

Rec PCT/PTO 10 MAR 2005

PCT/JPC3/11680

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

12.09.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月13日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-268537  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2002-268537]

REC'D 30 OCT 2003	
WIPO	PCT

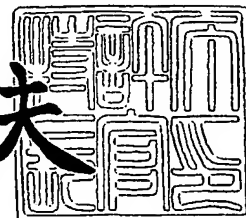
出願人 松下電器産業株式会社  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2032440234  
【提出日】 平成14年 9月13日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G11B 7/24  
G11B 7/26  
H01L 27/00

## 【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 西原 孝史

## 【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 児島 理恵

## 【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山田 昇

## 【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 情報記録媒体とその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に少なくとも記録層を備え、前記記録層が光学的手段もしくは電気的手段によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす情報記録媒体において、

前記記録層に接してBiもしくはTeより選ばれる少なくとも一つの元素とM1（但し、M1はSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Yb及びLuから選ばれる少なくとも一つの元素）を含む結晶核生成層を備えることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 2】 基板上に、少なくとも二つの情報層を備えた情報記録媒体において、

少なくとも一つの情報層が、光学的手段もしくは電気的手段によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす記録層を少なくとも備え、

前記記録層に接してBiもしくはTeより選ばれる少なくとも一つの元素とM1（但し、M1はSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Yb及びLuから選ばれる少なくとも一つの元素）を含む結晶核生成層を備えることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 3】 結晶核生成層が、BiM1もしくはTeM1より選ばれる少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報記録媒体。

【請求項 4】 結晶核生成層が、BiTeM12、Bi2TeM1及びBiTe2M1から選ばれる少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報記録媒体。

【請求項 5】 結晶核生成層が、窒素及び酸素から選ばれる少なくとも一つの元素を含むことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 6】 記録層が、組成式

$$\text{Ge} a \text{M} 2 b \text{Te} 3 + a$$

（但し、M2はSb及びBiから選ばれる少なくとも一つの元素であり、 $2 \leq a$



$\leq 30$ 、 $2 \leq b \leq 4$ )

で表されることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 7】 記録層が、組成式

$(Ge-M3) aM2 bTe3 + a$

(但し、 $M2$  は  $Sb$  及び  $Bi$  から選ばれる少なくとも一つの元素であり、且つ  $M3$  は  $Sn$  及び  $Pb$  から選ばれる少なくとも一つの元素であり、 $2 \leq a \leq 30$ 、 $2 \leq b \leq 4$ )

で表されることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 8】 記録層が、組成式

$(Ge aM2 bTe3 + a) 100 - cM4 c$

(但し、 $M2$  は  $Sb$  及び  $Bi$  から選ばれる少なくとも一つの元素であり、且つ  $M4$  は  $Si$ 、 $Ti$ 、 $V$ 、 $Cr$ 、 $Mn$ 、 $Fe$ 、 $Co$ 、 $Ni$ 、 $Cu$ 、 $Se$ 、 $Zr$ 、 $Nb$ 、 $Mo$ 、 $Ru$ 、 $Rh$ 、 $Pd$ 、 $Ag$ 、 $In$ 、 $Sn$ 、 $Ta$ 、 $W$ 、 $Os$ 、 $Ir$ 、 $Pt$  及び  $Au$  から選ばれる少なくとも一つの元素であり、 $2 \leq a \leq 30$ 、 $2 \leq b \leq 4$ 、 $0 < c \leq 20$ )

で表されることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 9】 記録層が、組成式

$(Sb xTe100 - x) 100 - yM5 y$

(但し、 $M5$  は  $Ag$ 、 $In$ 、 $Ge$ 、 $Sn$ 、 $Se$ 、 $Bi$ 、 $Au$  及び  $Mn$  から選ばれる少なくとも一つの元素であり、 $50 \leq x \leq 95$ 、 $0 < y \leq 20$ )

で表されることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 10】 結晶核生成層の膜厚  $d1$  が、 $0.3 \text{ nm} \sim 3 \text{ nm}$  の範囲内である請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 11】 記録層の膜厚  $d2$  が、 $3 \text{ nm} \sim 14 \text{ nm}$  の範囲内である請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 1 2】 基板上に、少なくとも反射層、界面層、第 4 誘電体層、第 3 誘電体層、記録層、結晶核生成層、第 2 誘電体層、第 1 誘電体層をこの順に備え、且つ第 1 誘電体層側からレーザービームが入射することを特徴とする請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 1 3】 基板上に、少なくとも反射層、界面層、第 4 誘電体層、第 3 誘電体層、結晶核生成層、記録層、第 2 誘電体層、第 1 誘電体層をこの順に備え、且つ第 1 誘電体層側からレーザービームが入射することを特徴とする請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 1 4】 基板上に、少なくとも反射層、界面層、第 4 誘電体層、第 3 誘電体層、結晶核生成層、記録層、結晶核生成層、第 2 誘電体層、第 1 誘電体層をこの順に備え、且つ第 1 誘電体層側からレーザービームが入射することを特徴とする請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 1 5】 基板上に、少なくとも二つの情報層を備えた情報記録媒体において、

レーザービームの入射側に最も近い第 1 の情報層が、前記レーザービームの入射側から見て、少なくとも第 5 誘電体層、第 6 誘電体層、結晶核生成層、記録層、第 7 誘電体層、反射層、透過率調整層をこの順に備えることを特徴とする請求項 2 から 1 2 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 1 6】 基板上に、少なくとも二つの情報層を備えた情報記録媒体において、

レーザービームの入射側に最も近い第 1 の情報層が、前記レーザービームの入射側から見て、少なくとも第 5 誘電体層、第 6 誘電体層、記録層、結晶核生成層、第 7 誘電体層、反射層、透過率調整層をこの順に備えることを特徴とする請求項 2 から 1 1 または 1 3 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 1 7】 基板上に、少なくとも二つの情報層を備えた情報記録媒体において、

レーザービームの入射側に最も近い第 1 の情報層が、前記レーザービームの入射側から見て、少なくとも第 5 誘電体層、第 6 誘電体層、結晶核生成層、記録層、結晶核生成層、第 7 誘電体層、反射層、透過率調整層をこの順に備えることを特徴

とする請求項 2 から 11 または 14 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 18】 透過率調整層が、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sr-O}$ 、 $\text{Ti-N}$ 、 $\text{Zr-N}$ 、 $\text{Nb-N}$ 、 $\text{Ta-N}$ 、 $\text{Si-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Al-N}$ 、 $\text{Ge-Si-N}$ 、 $\text{Ge-Cr-N}$  及び  $\text{ZnS}$  から選ばれる少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 15 から 17 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 19】 相変化を起こす記録層を成膜する工程を少なくとも備えた情報記録媒体の製造方法であって、

さらに前記記録層を成膜する工程の前の工程または後の工程に結晶核生成層を成膜する工程を含み、

且つ、前記結晶核生成層を成膜する工程が、 $\text{Bi}$  もしくは  $\text{Te}$  より選ばれる少なくとも一つの元素と  $\text{M1}$  (但し、 $\text{M1}$  は  $\text{Sc}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{La}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Nd}$ 、 $\text{Sm}$ 、 $\text{Gd}$ 、 $\text{Tb}$ 、 $\text{Dy}$ 、 $\text{Ho}$ 、 $\text{Er}$ 、 $\text{Yb}$  及び  $\text{Lu}$  から選ばれる少なくとも一つの元素) を含むスパッタリングターゲットを用いることを特徴とする情報記録媒体の製造方法。

【請求項 20】 少なくとも二つの情報層を成膜する工程を備えた情報記録媒体の製造方法であって、

少なくとも一つの前記情報層を成膜する工程が、少なくとも相変化を起こす記録層を成膜する工程を含み、

さらに前記記録層を成膜する工程の前の工程または後の工程に結晶核生成層を成膜する工程を含み、

且つ、前記結晶核生成層を成膜する工程が、 $\text{Bi}$  もしくは  $\text{Te}$  より選ばれる少なくとも一つの元素と  $\text{M1}$  (但し、 $\text{M1}$  は  $\text{Sc}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{La}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Nd}$ 、 $\text{Sm}$ 、 $\text{Gd}$ 、 $\text{Tb}$ 、 $\text{Dy}$ 、 $\text{Ho}$ 、 $\text{Er}$ 、 $\text{Yb}$  及び  $\text{Lu}$  から選ばれる少なくとも一つの元素) を含むスパッタリングターゲットを用いることを特徴とする情報記録媒体の製造方法。

【請求項 21】 スパッタリングターゲットが、 $\text{BiM1}$  もしくは  $\text{TeM1}$  より選ばれる少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 19 または 20 に記載

の情報記録媒体の製造方法。

【請求項 22】 スパッタリングターゲットが、BiTeM12、Bi2TeM1 及び BiTe2M1 から選ばれる少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 19 または 20 に記載の情報記録媒体の製造方法。

【請求項 23】 記録層を成膜する工程及び結晶核生成層を成膜する工程は、アルゴンガスもしくはクリプトンガスを用いるか、またはアルゴンガスもしくはクリプトンガスと、窒素ガスもしくは酸素ガスのうち少なくともいずれか一方との混合ガスを用いることを特徴とする請求項 19 から 22 のいずれか一項に記載の情報記録媒体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学的にまたは電氣的に情報を記録、消去、書き換え、再生する情報記録媒体及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

レーザビームを用いて光学的に情報を記録、消去、書き換え、再生する情報記録媒体として相変化形光学的情報記録媒体がある。相変化形光学的情報記録媒体への情報の記録、消去、書き換えには、その記録層が結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変化を生じる現象を利用する。一般に、情報を記録する場合は、高パワー（記録パワー）のレーザビームを照射して記録層を溶融して急冷することによって、照射部を非晶質相にして情報を記録する。一方、情報を消去する場合は、記録時より低パワー（消去パワー）のレーザビームを照射して記録層を昇温して徐冷することにより、照射部を結晶相にして前の情報を消去する。したがって、相変化形光学的情報記録媒体では、高パワーレベルと低パワーレベルとの間でパワーを変調させたレーザビームを記録層に照射することによって、記録されている情報を消去しながら新しい情報を記録または書き換えすることが可能である（例えば、非特許文献 1 参照）。

【0003】

また、上記レーザービームを照射する代わりに、電流の印加により発生するジュール熱によって記録層の相変化材料を状態変化させることによって情報を記録する電氣的相変化形情報記録媒体もある。この電氣的相変化形情報記録媒体は、電流の印加により発生するジュール熱によって記録層の相変化材料を結晶相（低抵抗）と非晶質相（高抵抗）との間で状態変化させ、結晶相と非晶質相との間の電気抵抗の違いを検出して情報として読みとるものである。電極に挟み込んだ非晶質相の記録層薄膜に電流を徐々に流していくと、ある閾電流（threshold current）で記録層薄膜が結晶相に相変化し、電気抵抗が急激に低下する。また、結晶相の記録層薄膜に短時間幅の大電流パルスを印加することによって、記録層薄膜を溶融・急冷して高抵抗の非晶質相に戻すこともできるため、書き換え可能な情報記録媒体として用いることができる。結晶相と非晶質相との間の電気抵抗の違いは、通常の電氣的手段によって簡単に検出可能であるから、このような記録層を用いることによって書き換え可能な情報記録媒体が得られる（例えば、非特許文献 2 参照）。

#### 【0004】

相変化形光学的情報記録媒体の一例としては、発明者らが商品化した 4.7 GB/DVD-RAM が挙げられる。4.7 GB/DVD-RAM の構成は、図 17 の情報記録媒体 12 に示すように、基板 1 上に、レーザー入射側から見て、第 1 誘電体層 2、第 2 誘電体層 3、結晶核生成層 56、記録層 4、第 3 誘電体層 5、第 4 誘電体層 6、光吸収補正層 7、反射層 8 を順に備えた 8 層構成である。

#### 【0005】

第 1 誘電体層 2 と第 4 誘電体層 6 は、光学距離を調節して記録層 4 への光吸収効率を高め、結晶相と非晶質相との反射率変化を大きくして信号振幅を大きくする光学的な働きと、記録時に高温となる記録層 4 から熱に弱い基板 1、ダミー基板 10 等を断熱する熱的な働きがある。従来より使用している、(ZnS) 80 (SiO<sub>2</sub>) 20 (mol%) は、透明且つ高屈折率であり、低熱伝導率で断熱性も良く、機械特性及び耐湿性も良好な優れた誘電体材料である。

#### 【0006】

結晶核生成層 56 には、記録層 4 に接して設けることにより、記録層 4 の結晶

化を促進する材料である  $\text{Sn-Te}$  を用いる。これにより、情報記録媒体 12 の信号振幅を低下させることなく、且つ記録保存性を確保して記録層の結晶化能を高め、初期の記録・書き換え性能のみならず、優れた記録保存性（記録した情報の長期保存後の再生性能）、書き換え保存性（長期保存後の記録・書き換え性能）を実現している（例えば、特許文献 1 参照）。

#### 【0007】

記録層 4 には、 $\text{GeTe-Sb}_2\text{Te}_3$  ライン上の擬二元系の相変化材料を用いることにより、優れた繰り返し書き換え性能を実現している。

#### 【0008】

第 2 誘電体層 3 と第 3 誘電体層 5 は、第 1 誘電体層 2 と記録層 4、及び第 4 誘電体層 6 と記録層 4 との間で生じる物質移動を防止する機能を有する。この物質移動とは、第 1 誘電体層 2 及び第 4 誘電体層 6 に  $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$  (mol%) を使用した場合に、レーザビームを記録層 4 に照射して記録書き換えを繰り返す際、S が記録層に拡散していく現象のことである。S が記録層に拡散すると、繰り返し書き換え性能が悪化する（例えば、非特許文献 3 参照）。この繰り返し書き換え性能の悪化を防ぐには、Ge を含む窒化物を第 2 誘電体層 3 及び第 3 誘電体層 5 に使用すると良い（例えば、特許文献 2 及び特許文献 3 参照）。

#### 【0009】

以上のような技術により、優れた書き換え性能と高い信頼性を達成し、4.7 GB/DVD-RAM を商品化するに至った。

#### 【0010】

また、情報記録媒体をさらに大容量化するための技術として、さまざまな技術が検討されている。例えば、光学的情報記録媒体においては、従来の赤色レーザより短波長の青紫色レーザを用いたり、レーザビームが入射する側の基板の厚さを薄くして開口数 (NA) が大きい対物レンズを使用したりすることによって、レーザビームのスポット径をより小さくして高密度の記録を行う技術が検討されている。また、2つの情報層を備える光学的情報記録媒体を用いて記録容量を 2 倍に高め、且つその片側から入射するレーザビームによって 2つの情報層の記録

再生を行う技術も検討されている（例えば、特許文献4参照）。

【0011】

【非特許文献1】

角田義人他「光ディスクストレージの基礎と応用」電気情報通信学会編、1995年、第2章

【非特許文献2】

菊池誠監修「アモルファス半導体の基礎」オーム社、1982年、第8章

【非特許文献3】

N. Yamada et al., Japanese Journal of Applied Physics, Vol.37(1998), pp.2104-2110

【特許文献1】

特開2001-273673号公報

【特許文献2】

特開平9-532424号公報

【特許文献3】

特開平9-79477号公報

【特許文献4】

特開2000-36130号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

情報記録媒体を大容量化するために、スポット径を小さくして記録を行うためには、小さな記録マークでも良好な形状に形成できる光学的情報記録媒体が必要である。スポット径を小さくして記録を行うと、記録層にレーザービームが照射される時間が相対的に短くなるため、小さな記録マークを形成するには、記録層の材料として結晶化速度の速い材料で記録層を形成するか、結晶化促進効果の高い層を記録層に接して設けることが必要となる。

【0013】

また、片側から2つの情報層を記録再生する光学的情報記録媒体（以下、2層光学的情報記録媒体という場合がある）では、レーザービームの入射側に近い情報

層（以下、第1の情報層という）を透過したレーザービームを用いて、レーザービームの入射側から遠い情報層（以下、第2の情報層という）の記録再生を行うため、第1の情報層では記録層の膜厚を極めて薄くして透過率を高める必要がある。しかし、記録層が薄くなると、記録層が結晶化する際に、形成される結晶核が減少し、また、原子の移動できる距離が短くなる。このため、記録層の膜厚が薄いほど結晶相が形成されにくくなる（結晶化速度が低下する）。

#### 【0014】

さらに、情報記録媒体の情報の記録時間を短くして情報の転送レートを高くすると、結晶化のための時間は短くなってしまう。このため、高い転送レートに対応する情報記録媒体を実現するには、記録層の結晶化能を高める必要がある。また、高い転送レートで情報を記録した場合には、低い転送レートで記録した場合に比べ、昇温後の冷却速度が速いため、記録後の非晶質相に微結晶核が形成される割合が低くなる。つまり、より安定な非晶質相になりやすい。非晶質相は長期保存後にさらに安定なエネルギー状態に変化してしまう傾向があるため、高い転送レートで情報を記録した場合、記録層がさらに結晶化しにくくなり書き換え保存性が悪化する。

#### 【0015】

発明者らの実験では、記録層の材料としてGeTe-Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>ライン上の擬二元系及びその近傍の組成において、Geの一部をSnで置換した組成を用いることで、記録層の結晶化速度を向上できることがわかっている。この場合、置換するSnの量を増やしていくと、結晶相と非晶質相との間の光学変化が小さくなるため、信号振幅が低下してしまう。また、Snの量が増えると記録した非晶質相が徐々に結晶化してしまうため、特に低い転送レートで情報を記録した場合、記録保存性が悪くなる。

#### 【0016】

以上のように、情報記録媒体の大容量化に伴い、高い転送レートでの書き換え保存性と低い転送レートでの記録保存性を一つの情報記録媒体で両立することが困難となる。

#### 【0017】



信号振幅を低下させること無く、且つ記録保存性を確保して記録層の結晶化能を高めるには、記録層に接して記録層の結晶化を促進する  $\text{Sn}-\text{Te}$  等の結晶核生成層を設けると良い。発明者らの実験によると、結晶核生成層に  $\text{Bi}-\text{Te}$  を用いると、記録層の結晶化能を高められることがわかっている。しかしながら、 $\text{Bi}-\text{Te}$  は融点が低いため、記録層が記録時に昇温した際に溶けてしまうため、書き換えを繰り返し行った場合、 $\text{Bi}-\text{Te}$  が徐々に記録層に混ざり込む現象が生じる。このため、繰り返し書き換え性能が悪化してしまう。

#### 【0018】

本発明は、上記課題を解決した、記録層の結晶化能を向上させ、且つ熱的安定性の高い結晶核生成層を提供し、高い転送レートでの書き換え保存性と低い転送レートでの記録保存性を両立し、且つ良好な繰り返し書き換え性能を有する情報記録媒体を提供することを目的とする。

#### 【0019】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の情報記録媒体は、基板上に少なくとも記録層を備え、記録層が光学的手段もしくは電気的手段によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす情報記録媒体において、記録層に接して  $\text{Bi}$  もしくは  $\text{Te}$  より選ばれる少なくとも一つの元素と  $\text{M1}$  (但し、 $\text{M1}$  は  $\text{Sc}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{La}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Nd}$ 、 $\text{Sm}$ 、 $\text{Gd}$ 、 $\text{Tb}$ 、 $\text{Dy}$ 、 $\text{Ho}$ 、 $\text{Er}$ 、 $\text{Yb}$  及び  $\text{Lu}$  から選ばれる少なくとも一つの元素) を含む結晶核生成層を備えることを特徴とする。このことにより、結晶核生成層の融点が高く熱的安定性が良好で、且つ長期保存後の書き換え性能にも優れた情報記録媒体が得られる。

#### 【0020】

なお、基板上に、少なくとも二つの情報層を備えた情報記録媒体において、少なくとも一つの情報層が、光学的手段もしくは電気的手段によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす記録層を少なくとも備える場合に、上記と同様の結晶核生成層を備えれば同様の作用を有する。

#### 【0021】

上記情報記録媒体は、結晶核生成層が、 $\text{BiM1}$  もしくは  $\text{TeM1}$  より選ばれ

る少なくとも一つを含んでもよい。このことにより、結晶核生成層の融点が高く熱的安定性が良好で、且つ長期保存後の書き換え性能にも優れた情報記録媒体が得られる。

#### 【0022】

上記情報記録媒体は、結晶核生成層が、 $\text{BiTeM}_1\text{M}_2$ 、 $\text{Bi}_2\text{TeM}_1$ 及び $\text{BiTe}_2\text{M}_1$ から選ばれる少なくとも一つを含んでもよい。このことにより、結晶核生成層の融点が高く熱的安定性が良好で、且つ長期保存後の書き換え性能にも優れた情報記録媒体が得られる。

#### 【0023】

なお、上記情報記録媒体は、結晶核生成層が、さらに窒素及び酸素から選ばれる少なくとも一つの元素を含んでもよい。このことにより、結晶核生成層の熱的安定性が向上する。

#### 【0024】

本発明の情報記録媒体では、記録層が、組成式 $\text{Ge}_a\text{M}_2\text{bTe}_3 + a$ （但し、 $\text{M}_2$ は $\text{Sb}$ 及び $\text{Bi}$ から選ばれる少なくとも一つの元素であり、 $2 \leq a \leq 30$ 、 $2 \leq b \leq 4$ ）で表されるものでも良い。この情報記録媒体によれば、記録層が $14\text{ nm}$ 以下と薄い場合でも良好な記録再生性能が得られる。また、 $\text{M}_2$ が $\text{Bi}$ を含む場合には、結晶化能が向上し、高速な転送レートの場合にも良好な書き換え性能が得られる。

#### 【0025】

本発明の情報記録媒体では、記録層が、組成式 $(\text{Ge}-\text{M}_3)_a\text{M}_2\text{bTe}_3 + a$ （但し、 $\text{M}_2$ は $\text{Sb}$ 及び $\text{Bi}$ から選ばれる少なくとも一つの元素であり、且つ $\text{M}_3$ は $\text{Sn}$ 及び $\text{Pb}$ から選ばれる少なくとも一つの元素であり、 $2 \leq a \leq 30$ 、 $2 \leq b \leq 4$ ）で表されるものでも良い。この情報記録媒体によれば、 $\text{Ge}-\text{M}_2-\text{Te}_3$ 元系組成の $\text{Ge}$ を置換した $\text{Sn}$ 、 $\text{Pb}$ が結晶化能を向上させ、記録層が $7\text{ nm}$ 以下と極めて薄い場合でも十分な書き換え性能が得られる。

#### 【0026】

本発明の情報記録媒体では、記録層が、組成式 $(\text{Ge}_a\text{M}_2\text{bTe}_3 + a)_1 00 - c\text{M}_4c$ （但し、 $\text{M}_2$ は $\text{Sb}$ 及び $\text{Bi}$ から選ばれる少なくとも一つの元素

であり、且つM4はSi、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Se、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、In、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt及びAuから選ばれる少なくとも一つの元素であり、 $2 \leq a \leq 30$ 、 $2 \leq b \leq 4$ 、 $0 < c \leq 20$ )で表されるものでも良い。この情報記録媒体によれば、Ge-M2-Te3元系組成に添加した元素M2が記録層の融点及び結晶化温度を上昇させ、記録層の熱的安定性が向上する。

#### 【0027】

本発明の情報記録媒体では、記録層が、組成式 $(Sb_xTe_{100-x})_{100-y}M_5y$  (但し、M5はAg、In、Ge、Sn、Se、Bi、Au及びMnから選ばれる少なくとも一つの元素であり、 $50 \leq x \leq 95$ 、 $0 < y \leq 20$ )で表されるものでも良い。この情報記録媒体によれば、記録層の融点が低く比較的小さなエネルギーでも良好な記録特性が得られる。

#### 【0028】

本発明の情報記録媒体では、結晶核生成層の膜厚d1が、0.3nm～3nmの範囲内であっても良い。d1がこの範囲内にあることにより、高速な転送レートの場合にも、消去性能が良好で、長期保存後の書き換え性能が良好な情報記録媒体が得られる。

#### 【0029】

本発明の情報記録媒体では、記録層の膜厚d2が、3nm～14nmの範囲内であっても良い。d2がこの範囲内にあることにより、消去性能が良く信号振幅も大きい情報記録媒体が得られる。

#### 【0030】

本発明の情報記録媒体では、基板上に、少なくとも反射層、界面層、第4誘電体層、第3誘電体層、記録層、結晶核生成層、第2誘電体層、第1誘電体層をこの順に備えても良い。この構成によれば、消去性能が良く書き換え性能が良好な情報記録媒体が得られる。

#### 【0031】

本発明の情報記録媒体では、基板上に、少なくとも反射層、界面層、第4誘電体層、第3誘電体層、結晶核生成層、記録層、第2誘電体層、第1誘電体層をこ

の順に備えても良い。この構成によれば、消去性能が良く書き換え性能が良好な情報記録媒体が得られる。

#### 【0032】

本発明の情報記録媒体では、基板上に、少なくとも反射層、界面層、第4誘電体層、第3誘電体層、結晶核生成層、記録層、結晶核生成層、第2誘電体層、第1誘電体層をこの順に備えても良い。この構成によれば、消去性能が良く書き換え性能が良好な情報記録媒体が得られる。

#### 【0033】

本発明の情報記録媒体では、基板上に、少なくとも二つの情報層を備えた情報記録媒体において、レーザービームの入射側に最も近い第1の情報層が、レーザービームの入射側から見て、少なくとも第5誘電体層、第6誘電体層、結晶核生成層、記録層、第7誘電体層、反射層、透過率調整層をこの順に備えても良い。この構成によれば、第1の情報層の透過率が高く、且つ消去性能が良く書き換え性能が良好な情報記録媒体が得られる。

#### 【0034】

本発明の情報記録媒体では、基板上に、少なくとも二つの情報層を備えた情報記録媒体において、レーザービームの入射側に最も近い第1の情報層が、レーザービームの入射側から見て、少なくとも第5誘電体層、第6誘電体層、記録層、結晶核生成層、第7誘電体層、反射層、透過率調整層をこの順に備えても良い。この構成によれば、第1の情報層の透過率が高く、且つ消去性能が良く書き換え性能が良好な情報記録媒体が得られる。

#### 【0035】

本発明の情報記録媒体では、基板上に、少なくとも二つの情報層を備えた情報記録媒体において、レーザービームの入射側に最も近い第1の情報層が、レーザービームの入射側から見て、少なくとも第5誘電体層、第6誘電体層、結晶核生成層、記録層、結晶核生成層、第7誘電体層、反射層、透過率調整層をこの順に備えても良い。この構成によれば、第1の情報層の透過率が高く、且つ消去性能が良く書き換え性能が良好な情報記録媒体が得られる。

#### 【0036】

本発明の情報記録媒体では、透過率調整層が、 $TiO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $ZnO$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $Sr-O$ 、 $Ti-N$ 、 $Zr-N$ 、 $Nb-N$ 、 $Ta-N$ 、 $Si-N$ 、 $Ge-N$ 、 $Cr-N$ 、 $Al-N$ 、 $Ge-Si-N$ 、 $Ge-Cr-N$ 及び $ZnS$ から選ばれる少なくとも一つを含んでも良い。このことにより、第1の情報層の透過率をさらに高めることができる。

#### 【0037】

また、上記目的を達成するため、本発明の情報記録媒体の製造方法は、相変化を起こす記録層を成膜する工程を少なくとも備えた情報記録媒体の製造方法であって、さらに記録層を成膜する工程の前の工程または後の工程に結晶核生成層を成膜する工程を含み、且つ、結晶核生成層を成膜する工程が、 $Bi$ もしくは $Te$ より選ばれる少なくとも一つの元素と $M1$ （但し、 $M1$ は $Sc$ 、 $Y$ 、 $La$ 、 $Ce$ 、 $Pr$ 、 $Nd$ 、 $Sm$ 、 $Gd$ 、 $Tb$ 、 $Dy$ 、 $Ho$ 、 $Er$ 、 $Yb$ 及び $Lu$ から選ばれる少なくとも一つの元素）を含むスパッタリングターゲットを用いることを特徴とする。この方法により、記録層に接して $Bi$ もしくは $Te$ より選ばれる少なくとも一つの元素と $M1$ を含む結晶核生成層を備える情報記録媒体を製造できる。

#### 【0038】

なお、上記の情報記録媒体の製造方法は、少なくとも二つの情報層を成膜する工程を備えた情報記録媒体の製造方法において、少なくとも一つの情報層を成膜する工程が、少なくとも相変化を起こす記録層を成膜する工程を含み、さらに記録層を成膜する工程の前の工程または後の工程に結晶核生成層を成膜する工程を含む場合にも同様に適用できる。

#### 【0039】

上記の情報記録媒体の製造方法は、スパッタリングターゲットが、 $BiM1$ もしくは $TeM1$ より選ばれる少なくとも一つを含んでも良い。

#### 【0040】

また、上記の情報記録媒体の製造方法は、スパッタリングターゲットが、 $BiTeM1_2$ 、 $Bi_2TeM1$ 及び $BiTe_2M1$ から選ばれる少なくとも一つを含んでも良い。

## 【0041】

上記の情報記録媒体の製造方法は、記録層を成膜する工程及び結晶核生成層を成膜する工程で、アルゴンガスもしくはクリプトンガスを用いるか、またはアルゴンガスもしくはクリプトンガスと、窒素ガスもしくは酸素ガスのうち少なくともいずれか一方との混合ガスを用いても良い。

## 【0042】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態は一例であり、本発明は以下の実施形態に限定されない。また、以下の実施形態では、同一の部分については同一の符号を付して重複する説明を省略する場合がある。

## 【0043】

## (実施の形態1)

実施形態1では、本発明の情報記録媒体の一例を説明する。実施形態1の情報記録媒体15、の一部断面図を図1に示す。情報記録媒体15は、レーザビーム11の照射によって情報の記録再生が可能な光学的情報記録媒体である。

## 【0044】

情報記録媒体15は、基板14上に順次積層した、反射層108、界面層107、第4誘電体層106、第3誘電体層105、記録層104、結晶核生成層110、第2誘電体層103、第1誘電体層102、及び透明層13により構成されている。

## 【0045】

透明層13の材料は、光硬化性樹脂（特に紫外線硬化性樹脂）や遅効性樹脂等の樹脂、あるいは誘電体等からなり、使用するレーザビーム11に対して光吸収が小さいことが好ましく、短波長域において光学的に複屈折が小さいことが好ましい。また、透明層13は、透明な円盤状のポリカーボネートまたはアモルファスポリオレフィンまたはPMMA等の樹脂またはガラスを用いてもよい。この場合、透明層13は、光硬化性樹脂（特に紫外線硬化性樹脂）や遅効性樹脂等の樹脂によって第1誘電体層102に貼り合わせることが可能である。

## 【0046】

レーザビーム11の波長 $\lambda$ は、レーザビーム11を集光した際のスポット径が波長 $\lambda$ によって決まってしまう（波長 $\lambda$ が短いほど、より小さなスポット径に集光可能）ため、高密度記録の場合、特に450nm以下であることが好ましく、また、350nm未満では透明層13等による光吸収が大きくなってしまうため、350nm～450nmの範囲内であることがより好ましい。

## 【0047】

基板14は、透明で円盤状の基板である。基板14は、例えば、ポリカーボネートやアモルファスポリオレフィンやPMMA等の樹脂、またはガラスを用いることができる。

## 【0048】

基板14の反射層108側の表面には、必要に応じてレーザビームを導くための案内溝が形成されていてもよい。基板14の反射層108側と反対側の表面は、平滑であることが好ましい。基板14の材料としては、転写性・量産性に優れ、低コストであることから、ポリカーボネートが特に有用である。なお、基板14の厚さは、十分な強度があり、且つ情報記録媒体15の厚さが1200 $\mu$ m程度となるよう、500 $\mu$ m～1200 $\mu$ mの範囲内であることが好ましい。なお、透明層13の厚さが600 $\mu$ m程度（NA=0.6で良好な記録再生が可能）の場合、550 $\mu$ m～650 $\mu$ mの範囲内であることが好ましい。また、透明層13の厚さが100 $\mu$ m程度（NA=0.85で良好な記録再生が可能）の場合、1050 $\mu$ m～1150 $\mu$ mの範囲内であることが好ましい。

## 【0049】

第1誘電体層102は、誘電体からなる。この第1誘電体層102は、記録層104の酸化、腐食、変形等を防止する働きと、光学距離を調整して記録層104の光吸収効率を高める働き、及び記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくする働きとを有する。第1誘電体層102には、例えばTiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、ZnO、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの酸化物を用いることができる。また、C-N、Ti-N、Zr-N、Nb-N、Ta-N、Si-N、Ge-N、Cr-N、Al-N、G

e-Si-N、Ge-Cr-Nなどの窒化物を用いることもできる。また、ZnSなどの硫化物やSiCなどの炭化物、LaF<sub>3</sub>などの弗化物を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。例えば、ZnSとSiO<sub>2</sub>との混合物であるZnS-SiO<sub>2</sub>は、第1誘電体層102の材料として特に優れている。ZnS-SiO<sub>2</sub>は、非晶質材料で、屈折率が高く、成膜速度が速く、機械特性及び耐湿性が良好である。

#### 【0050】

第1誘電体層102の膜厚は、マトリクス法（例えば久保田広著「波動光学」岩波書店、1971年、第3章を参照）に基づく計算により、記録層104の結晶相である場合とそれが非晶質相である場合の反射光量の変化が大きく、且つ記録層104での光吸収が大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。

#### 【0051】

第2誘電体層103は、繰り返し記録によって第1誘電体層102と結晶核生成層110、及び記録層104との間で生じる物質移動を防止する働きがある。第2誘電体層103は、後に説明するが、結晶核生成層110が0.3nm～3nmと極めて薄いため島状となり、部分的に記録層104と界面を接していると考えられる。そのため、光の吸収が少なく記録の際に溶けない高融点な材料で、且つ、結晶核生成層110、及び記録層104との密着性が良い材料であることが好ましい。記録の際に溶けない高融点な材料であることは、高パワーのレーザービーム11を照射した際に、溶けて結晶核生成層110、及び記録層104に混入しないために必要な特性である。混入すると結晶核生成層110、及び記録層104の組成が変わり、書き換え性能が著しく低下する。また、結晶核生成層110、及び記録層104と密着性が良い材料であることは、信頼性確保に必要な特性である。

#### 【0052】

第2誘電体層103には、第1誘電体層102と同様の系の材料を用いることができる。その中でも、特にCr、Zr、Oを含む材料を用いることが好ましい。その中でも、CrとOがCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を形成し、ZrとOがZrO<sub>2</sub>を形成して



、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ と $\text{ZrO}_2$ の混合物になっていることが好ましい。 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ は記録層104との密着性が良い材料である。また $\text{ZrO}_2$ は、透明で融点が約2700℃と高く、且つ酸化物の中では熱伝導率が低い材料で、繰り返し書き換え性能が良い。この2種類の酸化物を混合することによって、記録層104と部分的に接して形成しても、繰り返し書き換え性能に優れ、信頼性の高い情報記録媒体15が実現できる。記録層104との密着性を確保するため、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ - $\text{ZrO}_2$ 中の $\text{Cr}_2\text{O}_3$ の含有量は10mol%以上あることが好ましく、第2誘電体層103での光吸収を小さく保つため60mol%以下であることが好ましい( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ が多くなると光吸収が増加する傾向にある)。より好ましくは、20mol%以上50mol%以下である。

#### 【0053】

第2誘電体層103には、Cr、Zr、Oの他にさらにSiを含む材料を用いても良く、その中でもCrとOが $\text{Cr}_2\text{O}_3$ を形成し、ZrとOが $\text{ZrO}_2$ を形成し、SiとOが $\text{SiO}_2$ を形成して、 $\text{SiO}_2$ と $\text{Cr}_2\text{O}_3$ と $\text{ZrO}_2$ の混合物になっていることが好ましい。 $\text{SiO}_2$ を含ませることにより、記録層104の結晶化を促進する効果が高くなり、書き換え性能に優れた情報記録媒体15を実現できる。 $\text{SiO}_2$ - $\text{Cr}_2\text{O}_3$ - $\text{ZrO}_2$ 中の $\text{SiO}_2$ の含有量は5mol%以上あることが好ましく、記録層104との密着性を確保するため40mol%以下であることが好ましい。より好ましくは、10mol%以上35mol%以下であることが好ましい。また、良好な記録書き換え性能を確保するため、 $\text{SiO}_2$ と $\text{Cr}_2\text{O}_3$ の含有量の和は95mol%以下であることが好ましい。

#### 【0054】

第2誘電体層103の膜厚は、第2誘電体層103での光吸収によって情報記録媒体15の記録前後の反射光量の変化が小さくならないよう、1nm～10nmの範囲内であることが望ましく、2nm～7nmの範囲内にあることがより好ましい。

#### 【0055】

第3誘電体層105は、光学距離を調整して記録層104の光吸収効率を高める働き、及び記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくする働き

とを有する。第3誘電体層105には、第1誘電体層102と同様の系の材料を用いることができる。また、第2誘電体層103と同様、Cr、Zr、Oを含む材料を用いることが好ましく、その中でもCrとOがCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を形成し、ZrとOがZrO<sub>2</sub>を形成して、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とZrO<sub>2</sub>の混合物になっていることが好ましい。第3誘電体層105は第2誘電体層103より密着性が悪い傾向にあるため、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>中のCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量は第2誘電体層103のそれより多い20mol%以上80mol%以下であることが好ましい。より好ましくは、30mol%以上70mol%以下である。

#### 【0056】

第3誘電体層105には、第2誘電体層103と同様、Cr、Zr、Oの他にさらにSiを含む材料を用いても良く、その中でもCrとOがCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を形成し、ZrとOがZrO<sub>2</sub>を形成し、SiとOがSiO<sub>2</sub>を形成して、SiO<sub>2</sub>とCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とZrO<sub>2</sub>の混合物になっていることが好ましい。SiO<sub>2</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>中のSiO<sub>2</sub>の含有量は、記録層104との密着性を確保するため第2誘電体層103のそれより少ない35mol%以下であることが好ましい。より好ましくは、5mol%以上30mol%以下であることが好ましい。また、良好な記録書き換え性能を確保するため、SiO<sub>2</sub>とCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量の和は95mol%以下であることが好ましい。

#### 【0057】

第3誘電体層105の膜厚は、2nm~75nmの範囲内であることが好ましく、2nm~40nmの範囲内であることがより好ましい。第3誘電体層105の膜厚をこの範囲内で選ぶことによって、記録層104で発生した熱を効果的に反射層108側に拡散させることができる。

#### 【0058】

第3誘電体層105のレーザ入射側と反対の界面に第4誘電体層106を配置しても良い。この場合、第4誘電体層106には、第1誘電体層102と同様の系の材料を用いることができ、ZnSとSiO<sub>2</sub>との混合物であるZnS-SiO<sub>2</sub>は、第4誘電体層106としても優れた材料である。

#### 【0059】

第4誘電体層106の膜厚は、2nm～75nmの範囲内であることが好ましく、2nm～40nmの範囲内であることがより好ましい。第4誘電体層106の膜厚をこの範囲内で選ぶことによって、記録層104で発生した熱を効果的に反射層108側に拡散させることができる。

#### 【0060】

本発明の結晶核生成層110は、結晶核を生成することによって、記録層104の結晶化能を高めるための層である。結晶核生成層110の材料は、BiもしくはTeより選ばれる少なくとも一つの元素とM1（但し、M1はSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Yb及びLuから選ばれる少なくとも一つの元素）を含む材料で形成できる。このとき、結晶核生成層110は、BiとM1の混合比が略50：50であるBiM1、もしくはTeとM1の混合比が略50：50であるTeM1を含むことが好ましい。BiM1は融点が1500℃以上、TeM1は融点が1300℃以上と高い。特にBiGd、BiTb、BiDy、BiYは融点が2000℃以上と高いことが2元系の相図に示されている。このため、この材料を用いることにより、結晶核生成層110の融点が高く熱的安定性が良好で、且つ長期保存後の書き換え性能にも優れた情報記録媒体15が得られる。また、BiM1あるいはTeM1は、岩塩型の結晶構造を有する。したがって、例えばGeTe-Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>化合物系などの岩塩型の結晶構造を有する記録層104を用いる場合、結晶構造が同じため結晶核生成層110と記録層104との界面で結晶核が生じやすく記録層104での結晶成長が促進され、書き換え保存性に優れた情報記録媒体15が得られる。

#### 【0061】

また、結晶核生成層110は、BiTeM1<sub>2</sub>、Bi<sub>2</sub>TeM1及びBiTe<sub>2</sub>M1から選ばれる少なくとも一つを含んでもよい。この材料を用いることにより、結晶核生成層110の融点が高く熱的安定性が良好で、結晶核生成層110と記録層104との界面で結晶核が生じやすく記録層104での結晶成長が促進され、書き換え保存性に優れた情報記録媒体15が得られる。

#### 【0062】

結晶核生成層 110 の膜厚は、高速な転送レートの場合にも、消去性能が良好で、長期保存後の書き換え性能が良好となるよう  $0.3\text{ nm} \sim 3\text{ nm}$  の範囲内であることが好ましく、 $0.5\text{ nm} \sim 2\text{ nm}$  の範囲内にあることがより好ましい。なお、結晶核生成層 110 が島状でも薄膜状でも結晶核生成層としての効果は得られる。

#### 【0063】

記録層 104 の材料は、レーザビーム 11 の照射によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす材料からなる。記録層 104 は、例えば Ge と M2 と Te (但し、M2 は Sb 及び Bi から選ばれる少なくとも一つの元素) の 3 元素を含む材料で形成できる。具体的には、記録層 104 は、 $\text{Ge}a\text{M}2b\text{Te}3+a$  で表される材料で形成でき、非晶質相が安定で信号振幅が大きく、融点の上昇と結晶化速度の低下が少ない  $2 \leq a \leq 30$  の関係を満たすことが望ましく、 $4 \leq a \leq 23$  の関係を満たすことがより好ましい。また、非晶質相が安定で信号振幅が大きく、結晶化速度の低下が少ない  $2 \leq b \leq 4$  の関係を満たすことが好ましく、 $2 \leq b \leq 3$  の関係を満たすことがより好ましい。

#### 【0064】

また、記録層 104 は、組成式  $(\text{Ge}-\text{M}3)a\text{M}2b\text{Te}3+a$  (ただし、M3 は Sn 及び Pb から選ばれる少なくとも一つの元素) で表される材料で形成しても良い。この材料を用いた場合、Ge を置換した元素 M3 が結晶化能を向上させるため、記録層 104 の膜厚が薄い場合でも十分な消去率が得られる。元素 M3 としては、毒性がない点で Sn がより好ましい。この材料を用いる場合も、 $2 \leq a \leq 25$  (より好ましくは  $4 \leq a \leq 23$ )、且つ  $2 \leq b \leq 4$  (より好ましくは  $2 \leq b \leq 3$ ) であることが好ましい。

#### 【0065】

また、記録層 104 は、組成式  $(\text{Ge}a\text{M}2b\text{Te}3+a)100-c\text{M}4c$  (ただし、M4 は Si、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Se、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、In、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt 及び Au から選ばれる少なくとも一つの元素) で表される材料で形成してもよい。この場合、添加された元素 M4 が記録層の融点及び結晶化温度を上

昇させるため、記録層の熱的安定性を向上できる。この材料では、 $0 < c \leq 20$ であることが好ましく、 $2 \leq c \leq 10$ であることがより好ましい。また、 $2 \leq a \leq 25$ （より好ましくは $4 \leq a \leq 23$ ）、且つ $2 \leq b \leq 4$ （より好ましくは $2 \leq b \leq 3$ ）であることが好ましい。

#### 【0066】

また、記録層104は、組成式 $(Sb_xTe_{100-x})_{100-y}M_5y$ （ただし、M5はAg、In、Ge、Sn、Se、Bi、Au及びMnから選ばれる少なくとも一つの元素）で表される材料で形成してもよい。x及びyが、 $50 \leq x \leq 95$ 、及び $0 < y \leq 20$ を満たす場合には、記録層104が結晶相の場合と非晶質相の場合との間の情報記録媒体15の反射率差を大きくでき、良好な記録再生特性が得られる。 $65 \leq x$ の場合には、結晶化速度が特に速く、特に良好な消去率が得られる。また、 $85 \leq x$ の場合には、非晶質化が困難となる。したがって、 $65 \leq x \leq 85$ であることがより好ましい。また、良好な記録再生性能を得るためには結晶化速度を調整するためのM5を添加することが好ましい。yは、 $1 \leq y \leq 10$ であることがより好ましい。y $\leq 10$ の場合には、複数の相が現れることを抑制できるため、繰り返し記録による特性劣化を抑制できる。

#### 【0067】

記録層104の膜厚は、情報記録媒体15の記録感度を高くするため、6nm～14nmの範囲内であることが好ましい。この範囲内においても、記録層104が厚い場合には熱の面内方向への拡散による隣接領域への熱的影響が大きくなる。また、記録層104が薄い場合には情報記録媒体15の反射率が小さくなる。したがって、記録層104の膜厚は、8nm～12nmの範囲内であることがより好ましい。

#### 【0068】

反射層108は、記録層104に吸収される光量を増大させるという光学的な機能を有する。また、反射層108は、記録層104で生じた熱を速やかに拡散させ、記録層104を非晶質化しやすくするという熱的な機能も有する。さらに、反射層108は、使用する環境から多層膜を保護するという機能も有する。

#### 【0069】

反射層 108 の材料には、例えば Ag、Au、Cu 及び Al といった熱伝導率が高い単体金属を用いることができる。また、Al-Cr、Al-Ti、Au-Pd、Au-Cr、Ag-Pd、Ag-Pd-Cu、Ag-Pd-Ti、Ag-Ru-Au、Ag-Cu-Ni、Ag-Zn-Al または Cu-Si といった合金を用いることもできる。特に Ag 合金は、熱伝導率が大きいため、反射層 108 の材料として好ましい。反射層 108 の膜厚は、熱拡散機能が十分となる 30 nm 以上であることが好ましい。この範囲内においても、反射層 108 が 200 nm より厚い場合には、その熱拡散機能が大きくなりすぎて情報記録媒体 15 の記録感度が低下する。したがって、反射層 108 の膜厚は 30 nm ~ 200 nm の範囲内であることがより好ましい。

#### 【0070】

反射層 108 のレーザ入射側の界面に界面層 107 を配置してもよい。この場合、界面層 107 には、反射層 108 について説明した材料より熱伝導率の低い材料を用いることができる。反射層 108 に Ag 合金を用いた場合、界面層 107 に Al、または Al 合金を用いることが好ましい。また、界面層 107 には、Cr、Ni、Si、C などの元素や、TiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、ZnO、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> などの酸化物を用いることができる。また、C-N、Ti-N、Zr-N、Nb-N、Ta-N、Si-N、Ge-N、Cr-N、Al-N、Ge-Si-N、Ge-Cr-N などの窒化物を用いることもできる。また、ZnS などの硫化物や SiC などの炭化物、LaF<sub>3</sub> などの弗化物を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。また、膜厚は 3 nm ~ 100 nm (より好ましくは 10 nm ~ 50 nm) の範囲内であることが好ましい。

#### 【0071】

なお、結晶核生成層は、記録層 104 の第 3 誘電体層 105 側の界面に配置されても良い。この場合は、図 2 の情報記録媒体 112 に示すように、基板 14 上に順次積層した、反射層 108、界面層 107、第 4 誘電体層 106、第 3 誘電体層 105、結晶核生成層 111、記録層 104、第 2 誘電体層 103、第 1 誘電体層 102、及び透明層 13 より構成される。また、結晶核生成層は記録層 1

04の両側の界面に配置されても良い。この場合は、図3の情報記録媒体113に示すように、基板14上に順次積層した、反射層108、界面層107、第4誘電体層106、第3誘電体層105、結晶核生成層111、記録層104、結晶核生成層110、第2誘電体層103、第1誘電体層102、及び透明層13より構成される。このとき、結晶核生成層111は、結晶核生成層110と同様の系の材料を用いることができ、それらの形状及び機能についても結晶核生成層110と同様である。

#### 【0072】

実施形態1の情報記録媒体15、情報記録媒体112、及び情報記録媒体113は、実施形態5で説明する方法によって製造できる。

#### 【0073】

##### (実施の形態2)

実施形態2では、本発明の情報記録媒体の一例を説明する。実施形態2の情報記録媒体22の一部断面図を図4に示す。情報記録媒体22は、片面からのレーザービーム11の照射によって情報の記録再生が可能な多層光学的信息記録媒体である。

#### 【0074】

情報記録媒体22では、基板14上に光学分離層20、19、17等を介して順次積層されたN組(Nは $N \geq 2$ を満たす自然数)の情報層21、18、第1の情報層16、及び透明層13により構成されている。ここで、レーザービーム11の入射側から数えて(N-1)組目までの第1の情報層16、情報層18(以下、レーザービーム11の入射側から数えてN組目の情報層を「第Nの情報層」と記す。)は、光透過形の情報層である。

#### 【0075】

基板14、及び透明層13の材料には、実施形態1で説明したものと同様の材料を用いることができる。また、それらの形状及び機能についても、実施形態1で説明した形状及び機能と同様である。

#### 【0076】

光学分離層20、19、17等は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)や

遅効性樹脂等の樹脂、あるいは誘電体等からなり、使用するレーザービーム 11 に対して光吸収が小さいことが好ましく、短波長域において光学的に複屈折が小さいことが好ましい。

#### 【0077】

光学分離層 20、19、17等は、情報記録媒体 22 の第 1 の情報層 16、情報層 18、21等のそれぞれのフォーカス位置を区別するために設ける層である。光学分離層 20、19、17等の厚さは、対物レンズの開口数 NA とレーザービーム 11 の波長  $\lambda$  によって決定される焦点深度  $\Delta Z$  以上であることが必要である。焦点強度の基準を無収差の場合の 80% を仮定した場合、 $\Delta Z$  は  $\Delta Z = \lambda / \{2 (NA)^2\}$  で近似できる。 $\lambda = 400 \text{ nm}$ 、 $NA = 0.6$  のとき、 $\Delta Z = 0.556 \mu\text{m}$  となり、 $\pm 0.6 \mu\text{m}$  以内は焦点深度内となる。そのため、この場合には、光学分離層 20、19、17等の厚さは  $1.2 \mu\text{m}$  以上であることが必要である。第 1 の情報層 16、情報層 18、21等との間の距離は、対物レンズを用いてレーザービーム 11 を集光可能な範囲となるようにすることが望ましい。したがって、光学分離層 20、19、17等の厚さの合計は、対物レンズが許容できる公差内（例えば  $50 \mu\text{m}$  以下）にすることが好ましい。

#### 【0078】

光学分離層 20、19、17等において、レーザービーム 11 の入射側の表面には、必要に応じてレーザービームを導くための案内溝が形成されていてもよい。

#### 【0079】

この場合、片側からのレーザービーム 11 の照射のみにより、第 K の情報層（K は  $1 < K \leq N$  の自然数）を第 1 ～第 (k-1) の情報層を透過したレーザービーム 11 によって記録再生することが可能である。

#### 【0080】

なお、第 1 の情報層から第 N の情報層のいずれかを、再生専用タイプの情報層（ROM (Read Only Memory)）、あるいは 1 回のみ書き込み可能な追記型の情報層（WO (Write Once)）としてもよい。

#### 【0081】

以下、第 1 の情報層 16 の構成について詳細に説明する。



## 【0082】

第1の情報層16は、レーザビーム11の入射側から順に配置された第5誘電体層202、第6誘電体層203、結晶核生成層210、第1記録層204、第7誘電体層205、第1反射層208、及び透過率調整層209を備える。

## 【0083】

第5誘電体層202には、実施形態1の第1誘電体層102と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能についても、実施形態1の第1誘電体層102の機能と同様である。

## 【0084】

第5誘電体層202の膜厚は、マトリクス法に基づく計算により、第1記録層204の結晶相である場合とそれが非晶質相である場合の反射光量の変化が大きく、且つ第1の情報層16の透過率が大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。

## 【0085】

第6誘電体層203には、実施形態1の第2誘電体層103と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施形態1の第2誘電体層103と同様である。

## 【0086】

第7誘電体層205には、実施形態1の第3誘電体層105と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施形態1の第3誘電体層105と同様である。

## 【0087】

結晶核生成層210には、実施形態1の結晶核生成層110と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能についても、実施形態1の結晶核生成層110と同様である。

## 【0088】

結晶核生成層210の膜厚は、高速な転送レートの場合にも、消去性能が良好で、長期保存後の書き換え性能が良好で、且つ第1の情報層16の透過率ができるだけ高くなるよう0.3nm～1.5nmの範囲内であることが好ましく、0

． 5 nm～1 nmの範囲内にあることがより好ましい。

#### 【0089】

第1記録層204には、実施形態1の記録層104と同様の材料を用いることができる。第1記録層204の膜厚は、記録再生の際に必要なレーザ光量を、レーザビーム11の入射側から第1の情報層16より遠い側にある情報層に到達させるため、なるべく薄くして第1の情報層16の透過率を高くする必要がある。例えば、組成式  $Ge_aM_2bTe_{3+a}$ 、 $(Ge-M)_3aSb_bTe_{3+a}$  及び  $(GeaSb_bTe_{3+a})_{100-c}M_4c$  で表される材料の場合には、4 nm～9 nmの範囲内であることが好ましく、5 nm～8 nmの範囲内であることがより好ましい。同様に、組成式  $(Sb_xTe_{100-x})_{100-y}M_5y$  で表される材料の場合には、3 nm～8 nmの範囲内であることが好ましく、4 nm～6 nmの範囲内であることがより好ましい。

#### 【0090】

第1反射層208には、実施形態1の反射層108と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能についても、実施形態1の反射層108の機能と同様である。第1反射層208の膜厚は、第1の情報層16の透過率をできるだけ高くするため、3 nm～15 nmの範囲内であることが好ましく、8 nm～12 nmの範囲内であることがより好ましい。第1反射層208の膜厚がこの範囲内にあることにより、その熱拡散機能が十分で、且つ第1の情報層16の反射率が確保でき、さらに第1の情報層16の透過率も十分となる。

#### 【0091】

透過率調整層209は誘電体からなり、第1の情報層16の透過率を調整する機能を有する。この透過率調整層209によって、第1記録層204が結晶相である場合の第1の情報層16の透過率  $T_c$  (%) と、第1記録層204が非晶質相である場合の第1の情報層16の透過率  $T_a$  (%) とを共に高くすることができる。具体的には、透過率調整層209を備える第1の情報層16では、透過率調整層209が無い場合に比べて、2%～10%程度透過率が上昇する。また、透過率調整層209は、第1記録層204で発生した熱を効果的に拡散させる効果も有する。

## 【0092】

透過率調整層 209 の屈折率  $n$  及び消衰係数  $k$  は、第 1 の情報層 16 の透過率  $T_c$  及び  $T_a$  を高める作用をより大きくするため、 $2.0 \leq n$  且つ  $k \leq 0.1$  を満たすことが好ましく、 $2.0 \leq n \leq 3.0$  且つ  $k \leq 0.05$  を満たすことがより好ましい。

## 【0093】

透過率調整層 209 の膜厚  $d$  は、 $(1/32) \lambda / n \leq d \leq (3/16) \lambda / n$  又は  $(17/32) \lambda / n \leq d \leq (11/16) \lambda / n$  の範囲内であることが好ましく、 $(1/16) \lambda / n \leq d \leq (5/32) \lambda / n$  又は  $(9/16) \lambda / n \leq d \leq (21/32) \lambda / n$  の範囲内であることがより好ましい。なお、上記の範囲は、レーザビーム 11 の波長  $\lambda$  と  $n$  とを、例えば  $350 \text{ nm} \leq \lambda \leq 450 \text{ nm}$ 、 $2.0 \leq n \leq 3.0$  に選ぶことによって、 $3 \text{ nm} \leq d \leq 40 \text{ nm}$  又は  $60 \text{ nm} \leq d \leq 130 \text{ nm}$  の範囲内であることが好ましく、 $7 \text{ nm} \leq d \leq 30 \text{ nm}$  又は  $65 \text{ nm} \leq d \leq 120 \text{ nm}$  の範囲内であることがより好ましいことになる。 $d$  をこの範囲内で選ぶことによって、第 1 の情報層 16 の透過率  $T_c$  及び  $T_a$  を共に高くすることができる。

## 【0094】

透過率調整層 209 には、例えば  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sr-O}$  などの酸化物を用いることができる。また、 $\text{Ti-N}$ 、 $\text{Zr-N}$ 、 $\text{Nb-N}$ 、 $\text{Ta-N}$ 、 $\text{Si-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Al-N}$ 、 $\text{Ge-Si-N}$ 、 $\text{Ge-Cr-N}$  などの窒化物を用いることもできる。また、 $\text{ZnS}$  などの硫化物を用いることもできる。また、上記材料の混合物を用いることもできる。これらの中でも、特に  $\text{TiO}_2$ 、及び  $\text{TiO}_2$  を含む材料を用いることが好ましい。これらの材料は屈折率が大きく ( $n = 2.5 \sim 2.8$ )、消衰係数も小さい ( $k = 0.0 \sim 0.05$ ) ため、第 1 の情報層 16 の透過率を高める作用が大きくなる。

## 【0095】

第 1 の情報層 16 の透過率  $T_c$  及び  $T_a$  は、記録再生の際に必要なレーザ光量を、レーザビーム 11 の入射側から見て第 1 の情報層 16 の反対側にある情報層

に到達させるため、 $40 < T_c$  且つ  $40 < T_a$  を満たすことが好ましく、 $46 < T_c$  且つ  $46 < T_a$  を満たすことがより好ましい。

#### 【0096】

第1の情報層16の透過率 $T_c$ 及び $T_a$ は、 $-5 \leq (T_c - T_a) \leq 5$ を満たすことが好ましく、 $-3 \leq (T_c - T_a) \leq 3$ を満たすことがより好ましい。 $T_c$ 、 $T_a$ がこの条件を満たすことにより、レーザビーム11の入射側から第1の情報層16より遠い側にある情報層の記録再生の際、第1の情報層16の第1記録層204の状態による透過率の変化の影響が小さく、良好な記録再生特性が得られる。

#### 【0097】

第1の情報層16の反射率 $R_{c1}$ 及び $R_{a1}$ は、 $R_{a1} < R_{c1}$ を満たすことが好ましい。このことにより、情報が記録されていない初期の状態で反射率が高く、安定に記録再生動作を行うことができる。また、反射率差( $R_{c1} - R_{a1}$ )を大きくして良好な記録再生特性が得られるように、 $R_{c1}$ 、 $R_{a1}$ は、 $0.1 \leq R_{a1} \leq 5$  且つ  $4 \leq R_{c1} \leq 15$  を満たすことが好ましく、 $0.1 \leq R_{a1} \leq 3$  且つ  $4 \leq R_{c1} \leq 10$  を満たすことがより好ましい。

#### 【0098】

なお、結晶核生成層は、第1記録層204の第7誘電体層205側の界面に配置されても良い。この場合は、図5の情報記録媒体212に示すように、第1の情報層16は、レーザビーム11の入射側から順に配置された第5誘電体層202、第6誘電体層203、第1記録層204、結晶核生成層211、第7誘電体層205、第1反射層208、及び透過率調整層209より構成される。また、結晶核生成層は第1記録層204の両側の界面に配置されても良い。この場合は、図6の情報記録媒体213に示すように、第1の情報層16は、レーザビーム11の入射側から順に配置された第5誘電体層202、第6誘電体層203、結晶核生成層210、第1記録層204、結晶核生成層211、第7誘電体層205、第1反射層208、及び透過率調整層209より構成される。このとき、結晶核生成層211は、結晶核生成層210と同様の系の材料を用いることができ、それらの形状及び機能についても結晶核生成層210と同様である。

## 【0099】

実施形態2の情報記録媒体22、情報記録媒体212、及び情報記録媒体213は、実施形態6で説明する方法によって製造できる。

## 【0100】

(実施の形態3)

実施形態3では、実施形態2における本発明の多層光学的情報記録媒体において、 $N=2$ 、すなわち2組の情報層によって構成された情報記録媒体の一例を説明する。実施形態3の情報記録媒体24の一部断面図を図7に示す。情報記録媒体24は、片面からのレーザビーム11の照射によって情報の記録再生が可能な2層光学的情報記録媒体である。

## 【0101】

情報記録媒体24は、基板14上に順次積層した、第2の情報層23、光学分離層17、第1の情報層16、及び透明層13により構成されている。基板14、光学分離層17、第1の情報層16、及び透明層13には、実施形態2で説明したものと同様の材料を用いることができる。また、それらの形状及び機能についても、実施形態2で説明した形状及び機能と同様である。

## 【0102】

以下、第2の情報層23の構成について詳細に説明する。

## 【0103】

第2の情報層23は、レーザビーム11の入射側から順に配置された第1誘電体層302、第2誘電体層303、結晶核生成層310、第2記録層304、第3誘電体層305、第4誘電体層306、界面層307、及び第2反射層308を備える。第2の情報層23は、透明層13、第1の情報層16、及び光学分離層17を透過したレーザビーム11によって記録再生が行われる。

## 【0104】

第1誘電体層302には、実施形態1の第1誘電体層102と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能についても、実施形態1の第1誘電体層102の機能と同様である。

## 【0105】

第1誘電体層302の膜厚は、マトリクス法に基づく計算により、第2記録層304の結晶相である場合とそれが非晶質相である場合の反射光量の変化が大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。

#### 【0106】

第2誘電体層303には、実施形態1の第2誘電体層103と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施形態1の第2誘電体層103と同様である。

#### 【0107】

第3誘電体層305には、実施形態1の第3誘電体層105と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施形態1の第3誘電体層105と同様である。

#### 【0108】

結晶核生成層310には、実施形態1の結晶核生成層110と同様の材料を用いることができる。また、それらの膜厚についても、実施形態1の結晶核生成層110と同様である。

#### 【0109】

第2記録層304には、実施形態1の記録層104と同様の材料を用いることができる。また、それらの膜厚についても、実施形態1の記録層104の膜厚と同様である。

#### 【0110】

実施形態1の場合と同様に、第3誘電体層305のレーザ入射側と反対の界面に第4誘電体層306を配置しても良い。この場合、第4誘電体層306には、実施形態1の第4誘電体層106と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施形態1の第4誘電体層106の機能及び形状と同様である。

#### 【0111】

第2反射層308には、実施形態1の反射層108と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施形態1の反射層108の機能と同様である。

## 【0112】

実施形態1と同様、第2反射層308のレーザ入射側の界面に界面層307を配置してもよい。この場合、界面層307には、実施形態1の界面層107と同様の材料を用いることができる。また、それらの機能及び形状についても、実施形態1の界面層107の機能及び形状と同様である。

## 【0113】

なお、結晶核生成層は、第2記録層304の第3誘電体層305側の界面に配置されても良い。この場合は、図8の情報記録媒体312に示すように、第2の情報層23は、レーザビーム11の入射側から順に配置された第1誘電体層302、第2誘電体層303、第2記録層304、結晶核生成層311、第3誘電体層305、第4誘電体層306、界面層307、及び第2反射層308より構成される。また、結晶核生成層は第2記録層304の両側の界面に配置されても良い。この場合は、図9の情報記録媒体313に示すように、第2の情報層23は、レーザビーム11の入射側から順に配置された第1誘電体層302、第2誘電体層303、結晶核生成層310、第2記録層304、結晶核生成層311、第3誘電体層305、第4誘電体層306、界面層307、及び第2反射層308より構成される。このとき、結晶核生成層311は、結晶核生成層310と同様の系の材料を用いることができ、それらの形状及び機能についても結晶核生成層310と同様である。

## 【0114】

実施形態3の情報記録媒体24、情報記録媒体312、及び情報記録媒体313は、実施形態7で説明する方法によって製造できる。

## 【0115】

(実施の形態4)

実施形態4では、本発明の情報記録媒体の一例を説明する。実施形態4の情報記録媒体25の一部断面図を図10に示す。情報記録媒体25は、実施形態2の情報記録媒体22と同様、片面からのレーザビーム11の照射によって情報の記録再生が可能な多層光学的情報記録媒体である。

## 【0116】

情報記録媒体 25 では、基板 26 上に光学分離層 17、19、20 等を介して順次積層された N 組の第 1 の情報層 16、情報層 18、21、及び情報層 21 に接着層 27 を介して密着されたダミー基板 28 により構成されている。

#### 【0117】

基板 26、及びダミー基板 28 は、基板 14 と同様に、透明で円盤状の基板である。基板 26、及びダミー基板 28 には、例えば、ポリカーボネートやアモルファスポリオレフィンや PMMA 等の樹脂、またはガラスを用いることができる。

#### 【0118】

基板 26 の第 5 誘電体層 202 側の表面には、必要に応じてレーザビームを導くための案内溝が形成されていてもよい。基板 26 の第 5 誘電体層 202 側と反対側の表面は、平滑であることが好ましい。基板 26、及びダミー基板 28 の材料としては、転写性・量産性に優れ、低コストであることから、ポリカーボネートが特に有用である。なお、基板 26 の厚さは、十分な強度があり、且つ光学的情報記録媒体 25 の厚さが  $1200\mu\text{m}$  程度となるよう、 $500\mu\text{m}\sim 1200\mu\text{m}$  の範囲内であることが好ましい。

#### 【0119】

接着層 27 は、光硬化性樹脂（特に紫外線硬化性樹脂）や遅効性樹脂等の樹脂からなり、使用するレーザビーム 11 に対して光吸収が小さいことが好ましく、短波長域において光学的に複屈折が小さいことが好ましい。

#### 【0120】

その他、実施形態 2 と同一の符号を付した部分については、その説明を省略する。

#### 【0121】

なお、結晶核生成層は、第 1 記録層 204 のレーザ入射側とは反対の界面に配置されても良い。この場合は、図 11 の情報記録媒体 412 に示すように、第 1 の情報層 16 は、レーザビーム 11 の入射側から順に配置された第 5 誘電体層 202、第 6 誘電体層 203、第 1 記録層 204、結晶核生成層 211、第 7 誘電体層 205、第 1 反射層 208、及び透過率調整層 209 より構成される。また



、結晶核生成層は第1記録層204の両側の界面に配置されても良い。この場合は、図12の情報記録媒体413に示すように、第1の情報層16は、レーザービーム11の入射側から順に配置された第5誘電体層202、第6誘電体層203、結晶核生成層210、第1記録層204、結晶核生成層211、第7誘電体層205、第1反射層208、及び透過率調整層209より構成される。このとき、結晶核生成層211は、結晶核生成層210と同様の系の材料を用いることができ、それらの形状及び機能についても結晶核生成層210と同様である。

#### 【0122】

実施形態4の情報記録媒体25、情報記録媒体412、及び情報記録媒体413は、実施形態8で説明する方法によって製造できる。

#### 【0123】

(実施の形態5)

実施形態5では、本発明の情報記録媒体15、情報記録媒体112、及び情報記録媒体113の製造方法について説明する。

#### 【0124】

まず、基板14（厚さが例えば1100 $\mu$ m）を用意し、成膜装置内に配置する。

#### 【0125】

続いて、基板14上に反射層108を成膜する。このとき、基板14にレーザービーム11を導くための案内溝が形成されている場合には、案内溝が形成された側に反射層108を成膜する。反射層108は、反射層108を構成する金属または合金からなるスパッタリングターゲットを、Arガス雰囲気中、またはArガスと反応ガス（酸素ガス及び窒素ガスから選ばれる少なくとも一つのガス）との混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。

#### 【0126】

続いて、反射層108上に、必要に応じて界面層107を成膜する。界面層107は、界面層107を構成する元素からなるスパッタリングターゲットを、Arガス雰囲気中、またはArガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。なるスパッタリングターゲットを、Arガス

雰囲気中、またはArガスと反応ガス（酸素ガス及び窒素ガスから選ばれる少なくとも一つのガス）との混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。

#### 【0127】

続いて、反射層108上、または界面層107上に、必要に応じて第4誘電体層106を成膜する。第4誘電体層106は、第4誘電体層106を構成する化合物からなるスパッタリングターゲットを、Arガス雰囲気中、またはArガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。また、第4誘電体層106は、第4誘電体層106を構成する金属からなるスパッタリングターゲットを、Arガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で反応性スパッタリングすることによっても形成できる。

#### 【0128】

続いて、反射層108上、または界面層107上、または第4誘電体層106上に、第3誘電体層105を成膜する。第3誘電体層105は、第4誘電体層106と同様の方法で形成できる。

#### 【0129】

続いて、第3誘電体層105上に、必要に応じて結晶核生成層111を成膜する。結晶核生成層111は、その組成に応じて、BiもしくはTeより選ばれる少なくとも一つの元素とM1を含むスパッタリングターゲット、またはBiM1もしくはTeM1より選ばれる少なくとも一つを含むスパッタリングターゲット、またはBiTeM1<sub>2</sub>、Bi<sub>2</sub>TeM1及びBiTe<sub>2</sub>M1から選ばれる少なくとも一つを含むスパッタリングターゲットを、一つの電源を用いて、スパッタリングすることによって形成できる。

#### 【0130】

スパッタリングの雰囲気ガスには、Arガス、Krガス、Arガスと反応ガスとの混合ガス、またはKrガスと反応ガスとの混合ガスを用いることができる。また、結晶核生成層111は、Bi、TeまたはM1の各々のスパッタリングターゲットを複数の電源を用いて同時にスパッタリングすることによって形成することもできる。また、結晶核生成層111は、Bi、TeまたはM1のうちいずれ

れかの元素を組み合わせた2元系スパッタリングターゲットや3元系スパッタリングターゲットなどを、複数の電源を用いて同時にスパッタリングすることによって形成することもできる。これらの場合でも、Arガス雰囲気中、Krガス雰囲気中、Arガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中、またはKrガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成する。

#### 【0131】

なお、第3誘電体層105上に結晶核生成層111を成膜しない場合には、後述の記録層104上に結晶核生成層110を成膜する。このとき、結晶核生成層110は、上記と同様の方法で形成できる。

#### 【0132】

続いて、第3誘電体層105上、または結晶核生成層111上に、記録層104を成膜する。記録層104は、その組成に応じて、Ge-M2-Te合金からなるスパッタリングターゲット、またはGe-M2-Te-M3合金からなるスパッタリングターゲット、またはGe-M2-Te-M4合金からなるスパッタリングターゲット、またはSb-Te-M5合金からなるスパッタリングターゲットを、一つの電源を用いて、スパッタリングすることによって形成できる。

#### 【0133】

スパッタリングの雰囲気ガスには、Arガス、Krガス、Arガスと反応ガスとの混合ガス、またはKrガスと反応ガスとの混合ガスを用いることができる。また、記録層104は、Ge、M2、Te、M3、M4、またはM5の各々のスパッタリングターゲットを複数の電源を用いて同時にスパッタリングすることによって形成することもできる。また、記録層104は、Ge、M2、Te、M3、M4、またはM5のうちいずれかの元素を組み合わせた2元系スパッタリングターゲットや3元系スパッタリングターゲットなどを、複数の電源を用いて同時にスパッタリングすることによって形成することもできる。これらの場合でも、Arガス雰囲気中、Krガス雰囲気中、Arガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中、またはKrガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成する。

#### 【0134】

続いて、記録層 104 上に、必要に応じて結晶核生成層 110 を成膜する。

#### 【0135】

続いて、記録層 104 上、または結晶核生成層 110 上に、第 2 誘電体層 103 を成膜する。第 2 誘電体層 103 は、第 2 誘電体層 103 を構成する化合物からなるスパッタリングターゲットを、Ar ガス雰囲気中、または Ar ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。また、第 2 誘電体層 103 は、第 2 誘電体層 103 を構成する金属からなるスパッタリングターゲットを、Ar ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で反応性スパッタリングすることによっても形成できる。

#### 【0136】

続いて、第 2 誘電体層 103 上に、第 1 誘電体層 102 を成膜する。第 1 誘電体層 102 は、第 1 誘電体層 102 を構成する化合物からなるスパッタリングターゲットを、Ar ガス雰囲気中、または Ar ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。また、第 1 誘電体層 102 は、第 1 誘電体層 102 を構成する金属からなるスパッタリングターゲットを、Ar ガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で反応性スパッタリングすることによっても形成できる。

#### 【0137】

最後に、第 1 誘電体層 102 上に透明層 13 を形成する。透明層 13 は、光硬化性樹脂（特に紫外線硬化性樹脂）または遅効性樹脂を第 1 誘電体層 102 上に塗布してスピコートしたのち、樹脂を硬化させることによって形成できる。また、透明層 13 には、透明な円盤状のポリカーボネートまたはアモルファスポリオレフィンまたは PMMA 等の樹脂またはガラスなどの基板を用いてもよい。この場合、透明層 13 は、光硬化性樹脂（特に紫外線硬化性樹脂）や遅効性樹脂等の樹脂を第 1 誘電体層 102 上に塗布して、基板を第 1 誘電体層 102 上に密着させてスピコートしたのち、樹脂を硬化させることによって形成できる。また、基板に予め粘着性の樹脂を均一に塗布し、それを第 1 誘電体層 102 に密着させることもできる。

#### 【0138】

なお、第1誘電体層102を成膜したのち、または透明層13を形成したのち、必要に応じて、記録層104の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。記録層104の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

#### 【0139】

以上のようにして、情報記録媒体15、情報記録媒体112、または情報記録媒体113を製造できる。

#### 【0140】

(実施の形態6)

実施形態6では、本発明の情報記録媒体22、情報記録媒体212、及び情報記録媒体213の製造方法について説明する。

#### 【0141】

まず、基板14(厚さが例えば $1100\mu\text{m}$ )上に(N-1)層の情報層を光学分離層を介して順次積層する。情報層は、単層膜、または多層膜からなり、それらの各層は、成膜装置内で材料となるスパッタリングターゲットを順次スパッタリングすることによって形成できる。また、光学分離層は、光硬化性樹脂(特に紫外線硬化性樹脂)または遅効性樹脂を情報層上に塗布して、その後基板14を回転させて樹脂を均一に延ばし(スピコート)、樹脂を硬化させることによって形成できる。なお、光学分離層がレーザビーム11の案内溝を備える場合には、溝が形成された基板(型)を硬化前の樹脂に密着させたのち、基板14とかおせた型を回転させてスピコートし、樹脂を硬化させた後、基板(型)をはがすことによって案内溝を形成できる。

#### 【0142】

このようにして、基板14上に(N-1)層の情報層を光学分離層を介して積層したのち、光学分離層17を形成したものを用意する。

#### 【0143】

続いて、光学分離層17上に第1の情報層16を形成する。具体的には、まず、(N-1)層の情報層を光学分離層を介して積層したのち、光学分離層17を形成した基板14を成膜装置内に配置し、光学分離層17上に透過率調整層20

9を成膜する。透過率調整層209は、透過率調整層209を構成する化合物からなるスパッタリングターゲットを、Arガス雰囲気中、またはArガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。また、透過率調整層209は、透過率調整層209を構成する金属からなるスパッタリングターゲットを、Arガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中で反応性スパッタリングすることによっても形成できる。

#### 【0144】

続いて、透過率調整層209上に、第1反射層208を成膜する。第1反射層208は、実施形態5の反射層108と同様の方法で形成できる。

#### 【0145】

続いて、第1反射層208上に、第7誘電体層205を成膜する。第7誘電体層205は、実施形態5の第3誘電体層105と同様の方法で形成できる。

#### 【0146】

続いて、第7誘電体層205上に、必要に応じて結晶核生成層211を成膜する。結晶核生成層211は、実施形態5の結晶核生成層111と同様の方法で形成できる。なお、第7誘電体層205上に結晶核生成層211を成膜しない場合には、後述の第1記録層204上に結晶核生成層210を成膜する。

#### 【0147】

続いて、第7誘電体層205上、または結晶核生成層211上に、第1記録層204を成膜する。第1記録層204は、実施形態5の記録層104と同様の方法で形成できる。

#### 【0148】

続いて、第1記録層204上に、必要に応じて結晶核生成層210を成膜する。

#### 【0149】

続いて、第1記録層204上、または結晶核生成層210上に、第6誘電体層203を成膜する。第6誘電体層203は、実施形態5の第2誘電体層103と同様の方法で形成できる。

#### 【0150】

続いて、第6誘電体層203上に、第5誘電体層202を成膜する。第5誘電体層202は、実施形態5の第1誘電体層102と同様の方法で形成できる。

#### 【0151】

最後に、第5誘電体層202上に透明層13を形成する。透明層13は、実施形態5と同様の方法で形成できる。

#### 【0152】

なお、第5誘電体層202を成膜したのち、または透明層13を形成したのち、必要に応じて、第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。第1記録層204の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

#### 【0153】

以上のようにして、情報記録媒体22、情報記録媒体212、または情報記録媒体213を製造できる。

#### 【0154】

(実施の形態7)

実施形態7では、本発明の情報記録媒体24、情報記録媒体312、及び情報記録媒体313の製造方法について説明する。

#### 【0155】

実施形態7の製造方法では、まず、第2の情報層23を形成する。具体的には、まず、基板14（厚さが例えば1100 $\mu$ m）を用意し、成膜装置内に配置する。

#### 【0156】

続いて、基板14上に第2反射層308を成膜する。このとき、基板14にレーザビーム11を導くための案内溝が形成されている場合には、案内溝が形成された側に第2反射層308を成膜する。第2反射層308は、実施形態5の反射層108と同様の方法で形成できる。

#### 【0157】

続いて、第2反射層308上に、必要に応じて界面層307を成膜する。界面層307は、実施形態5の界面層107と同様の方法で形成できる。

## 【0158】

続いて、第2反射層308上、または界面層307上に、必要に応じて第4誘電体層306を成膜する。第4誘電体層306は、実施形態5の第4誘電体層106と同様の方法で形成できる。

## 【0159】

続いて、第2反射層308上、または界面層307上、または第4誘電体層306上に、第3誘電体層305を成膜する。第3誘電体層305は、実施形態5の第3誘電体層105と同様の方法で形成できる。

## 【0160】

続いて、第3誘電体層305上に、必要に応じて結晶核生成層311を成膜する。結晶核生成層311は、実施形態5の結晶核生成層111と同様の方法で形成できる。なお、第3誘電体層305上に結晶核生成層311を成膜しない場合には、後述の第2記録層304上に結晶核生成層310を成膜する。

## 【0161】

続いて、第3誘電体層305上に、第2記録層304を成膜する。第2記録層304は、実施形態5の記録層104と同様の方法で形成できる。

## 【0162】

続いて、第2記録層304上に、必要に応じて結晶核生成層310を成膜する。

## 【0163】

続いて、第2記録層304上、または結晶核生成層310上に、第2誘電体層303を成膜する。第2誘電体層303は、実施形態5の第2誘電体層103と同様の方法で形成できる。

## 【0164】

続いて、第2誘電体層303上に、第1誘電体層302を成膜する。第1誘電体層302は、実施形態5の第1誘電体層102と同様の方法で形成できる。

## 【0165】

このようにして、第2の情報層23を形成する。

## 【0166】



続いて、第2の情報層23の第1誘電体層302上に光学分離層17を形成する。光学分離層17は、光硬化性樹脂（特に紫外線硬化性樹脂）または遅効性樹脂を第1誘電体層302上に塗布してスピコートしたのち、樹脂を硬化させることによって形成できる。なお、光学分離層17がレーザビーム11の案内溝を備える場合には、溝が形成された基板（型）を硬化前の樹脂に密着させたのち、樹脂を硬化させ、その後、基板（型）をはがすことによって案内溝を形成できる。

#### 【0167】

なお、第1誘電体層302を成膜したのち、または光学分離層17を形成したのち、必要に応じて、第2記録層304の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。第2記録層304の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

#### 【0168】

続いて、光学分離層17上に第1の情報層16を形成する。具体的には、まず、光学分離層17上に、透過率調整層209、第1反射層208、第7誘電体層205、結晶核生成層211、第1記録層204、第6誘電体層203、及び第5誘電体層202をこの順序で成膜する。または、光学分離層17上に、透過率調整層209、第1反射層208、第7誘電体層205、第1記録層204、結晶核生成層210、第6誘電体層203、及び第5誘電体層202をこの順序で成膜する。あるいは、光学分離層17上に、透過率調整層209、第1反射層208、第7誘電体層205、結晶核生成層211、第1記録層204、結晶核生成層210、第6誘電体層203、及び第5誘電体層202をこの順序で成膜する。これらの各層は、実施形態5で説明した方法で形成できる。

#### 【0169】

最後に、第5誘電体層202上に透明層13を形成する。透明層13は、実施形態5で説明した方法で形成できる。

#### 【0170】

なお、第5誘電体層202を成膜したのち、または透明層13を形成したのち、必要に応じて、第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程を行っても

よい。第1記録層204の結晶化は、レーザビームを照射することによって行うことができる。

#### 【0171】

また、第5誘電体層202を成膜したのち、または透明層13を形成したのち、必要に応じて、第2記録層304、第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。この場合、第1の記録層204の結晶化を先に行うと、第2の記録層304を結晶化するために必要なレーザパワーが大きくなる傾向にあるため、第2の記録層304を先に結晶化させることが好ましい。

#### 【0172】

以上のようにして、情報記録媒体24、情報記録媒体312、または情報記録媒体313を製造できる。

#### 【0173】

##### (実施の形態8)

実施形態8では、本発明の情報記録媒体25、情報記録媒体412、及び情報記録媒体413の製造方法について説明する。

#### 【0174】

まず、基板26（厚さが例えば600 $\mu$ m）上に、第1の情報層16を形成する。このとき、基板26にレーザビーム11を導くための案内溝が形成されている場合には、案内溝が形成された側に第1の情報層16を形成する。具体的には、基板26を成膜装置内に配置し、実施形態6と逆の順番で、第5誘電体層202、第6誘電体層203、結晶核生成層210、第1記録層204、第7誘電体層205、第1反射層208、透過率調整層209を順次積層する。または、基板26上に、第5誘電体層202、第6誘電体層203、第1記録層204、結晶核生成層211、第7誘電体層205、第1反射層208、透過率調整層209を順次積層する。あるいは、基板26上に、第5誘電体層202、第6誘電体層203、結晶核生成層210、第1記録層204、結晶核生成層211、第7誘電体層205、第1反射層208、透過率調整層209を順次積層する。各層の成膜方法は、実施形態6と同様である。

#### 【0175】

その後、(N-1)層の情報層を光学分離層を介して順次積層する。情報層は、単層膜、または多層膜からなり、それらの各層は、実施形態6と同様、成膜装置内で材料となるスパッタリングターゲットを順次スパッタリングすることによって形成できる。

#### 【0176】

最後に、情報層21とダミー基板28を接着層27を用いて貼り合わせる。具体的には、光硬化性樹脂（特に紫外線硬化性樹脂）や遅効性樹脂等の樹脂を情報層21上に塗布して、ダミー基板28を情報層21上に密着させてスピコートしたのち、樹脂を硬化させるとよい。また、ダミー基板28に予め粘着性の樹脂を均一に塗布し、それを情報層21に密着させることもできる。

#### 【0177】

なお、ダミー基板28を密着させた後、必要に応じて、第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。第1記録層204の結晶化は、レーザービームを照射することによって行うことができる。

#### 【0178】

以上のようにして、情報記録媒体25、情報記録媒体412、または情報記録媒体413を製造できる。

#### 【0179】

(実施の形態9)

実施形態9では、実施形態1、2、3、及び4で説明した本発明の情報記録媒体の記録再生方法について説明する。

#### 【0180】

本発明の記録再生方法に用いられる記録再生装置34の一部の構成を図13に模式的に示す。図13を参照して、記録再生装置34は、情報記録媒体33を回転させるためのスピンドルモータ29と、半導体レーザ31を備える光学ヘッド32と、半導体レーザ31から出射されるレーザービーム11を集光する対物レンズ30とを備える。情報記録媒体33は、実施形態1、2、3、及び4で説明した情報記録媒体であり、一つの情報層、または複数の情報層（例えば第1の情報層16、第2の情報層23）を備える。対物レンズ30は、レーザービーム11を

情報層上に集光する。

#### 【0181】

光学的情報記録媒体への情報の記録、消去、及び上書き記録は、レーザビーム 11 のパワーを、高パワーのピークパワー ( $P_p$  (mW)) と低パワーのバイアスパワー ( $P_b$  (mW)) とに変調させることによって行う。ピークパワーのレーザビーム 11 を照射することによって、記録層の局所的な一部分に非晶質相が形成され、その非晶質相が記録マークとなる。記録マーク間では、バイアスパワーのレーザビーム 11 が照射され、結晶相 (消去部分) が形成される。なお、ピークパワーのレーザビーム 11 を照射する場合には、パルスの列で形成する、いわゆるマルチパルスとするのが一般的である。なお、マルチパルスはピークパワー、バイアスパワーのパワーレベルだけで変調されてもよいし、0 mW ~ ピークパワーの範囲のパワーレベルによって変調されてもよい。

#### 【0182】

また、ピークパワー、バイアスパワーのいずれのパワーレベルよりも低く、そのパワーレベルでのレーザビーム 11 の照射によって記録マークの光学的な状態が影響を受けず、且つ光学的情報記録媒体から記録マーク再生のための十分な反射光量が得られるパワーを再生パワー ( $P_r$  (mW)) とし、再生パワーのレーザビーム 11 を照射することによって得られる光学的情報記録媒体からの信号を検出器で読みとることにより、情報信号の再生が行われる。

#### 【0183】

対物レンズ 30 の開口数 NA は、レーザビームのスポット径を  $0.4 \mu\text{m} \sim 0.7 \mu\text{m}$  の範囲内に調整するため、 $0.5 \sim 1.1$  の範囲内 (より好ましくは、 $0.6 \sim 1.0$  の範囲内) であることが好ましい。レーザビーム 11 の波長は、 $450 \text{ nm}$  以下 (より好ましくは、 $350 \text{ nm} \sim 450 \text{ nm}$  の範囲内) であることが好ましい。情報を記録する際の光学的情報記録媒体の線速度は、再生光による結晶化が起こりにくく、且つ十分な消去率が得られる  $1 \text{ m/秒} \sim 20 \text{ m/秒}$  の範囲内 (より好ましくは、 $2 \text{ m/秒} \sim 15 \text{ m/秒}$  の範囲内) であることが好ましい。

#### 【0184】

二つの情報層を備えた情報記録媒体 24、情報記録媒体 312、及び情報記録媒体 313において、第1の情報層 16に対して記録を行う際には、レーザビーム 11の焦点を第1記録層 204に合わせ、透明層 13を透過したレーザビーム 11によって第1記録層 204に情報を記録する。再生は、第1記録層 204によって反射され、透明層 13を透過してきたレーザビーム 11を用いて行う。第2の情報層 23に対して記録を行う際には、レーザビーム 11の焦点を第2記録層 304に合わせ、透明層 13、第1の情報層 16、及び光学分離層 17を透過したレーザビーム 11によって情報を記録する。再生は、第2記録層 304によって反射され、光学分離層 17、第1の情報層 16、及び透明層 13を透過してきたレーザビーム 11を用いて行う。

#### 【0185】

なお、基板 14、光学分離層 20、19、及び 17に、レーザビーム 11を導くための案内溝が形成されている場合、情報は、レーザビーム 11の入射側から近い方の溝面（グループ）に行われてもよいし、遠い方の溝面（ランド）に行われてもよい。また、グループとランドの両方に情報を記録してもよい。

#### 【0186】

記録性能は、レーザビーム 11をこの P<sub>p</sub> と P<sub>b</sub> の間でパワー変調し、（1-7）変調方式でマーク長 0.149  $\mu\text{m}$ （2T）から 0.596  $\mu\text{m}$ （8T）までのランダム信号を記録し、前端間、及び後端間のジッターをタイムインターバルアナライザーで測定することによって評価した。

#### 【0187】

##### （実施の形態 10）

実施形態 10では、本発明の情報記録媒体の一例を説明する。実施形態 10の情報記録媒体 40の一構成例を図 14に示す。情報記録媒体 40は、電流の印加によって情報の記録再生が可能な電気的情報記録媒体である。

#### 【0188】

基板 35の材料としては、ポリカーボネート等の樹脂基板、ガラス基板、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等のセラミック基板、Si基板、Cu等の各種金属基板を用いることができる。ここでは、基板としてSi基板を用いた場合について説明する。情報記録媒

体 40 は、基板 35 上に下部電極 36、記録層 37、結晶核生成層 38、上部電極 39 を順に積層した構造である。下部電極 36、及び上部電極 39 は、記録層 37、及び結晶核生成層 38 に電流を印加するために形成する。

#### 【0189】

記録層 37 は、電流の印加により発生するジュール熱によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす材料であり、結晶相と非晶質相との間で抵抗率が増加する現象を情報の記録に利用する。記録層 37 の材料は、実施形態 1 の記録層 104 と同様の材料を用いることができる。

#### 【0190】

結晶核生成層 38 は、結晶核を生成することによって、記録層 37 の結晶化率を高め、情報の高速な記録を可能にするための層である。結晶核生成層 38 の材料は、実施形態 1 の結晶核生成層 110 と同様の材料を用いることができる。

#### 【0191】

記録層 37、及び結晶核生成層 38 は、それぞれ実施形態 5 の記録層 104、及び結晶核生成層 110 と同様の方法で形成できる。

#### 【0192】

また、下部電極 36、及び上部電極 39 には、Al、Au、Ag、Cu、Pt 等の単体金属材料、あるいはこれらのうちの 1 つまたは複数の元素を主成分とし、耐湿性の向上あるいは熱伝導率の調整等のために適宜 1 つまたは複数の他の元素を添加した合金材料を用いることができる。下部電極 36、及び上部電極 39 は、Ar ガス雰囲気中で材料となる金属母材または合金母材をスパッタリングすることによって形成できる。

#### 【0193】

情報記録媒体 40 に、印加部 41 を介して電気的情報記録再生装置 46 を電氣的に接続する。この電気的情報記録再生装置 46 により、下部電極 36 と上部電極 39 の間には、記録層 37、及び結晶核生成層 38 に電流パルスを印加するためにパルス電源 44 がスイッチ 43 を介して接続される。また、記録層 37 の相変化による抵抗値の変化を検出するために、下部電極 36 と上部電極 39 の間にスイッチ 45 を介して抵抗測定器 42 が接続される。非晶質相（高抵抗状態）に

ある記録層 37 を結晶相（低抵抗状態）に変化させるためには、スイッチ 43 を閉じて（スイッチ 45 は開く）電極間に電流パルスを印加し、電流パルスが印加される部分の温度が、材料の結晶化温度より高く、且つ融点より低い温度で、結晶化時間の間保持されるようにする。結晶相から再度非晶質相に戻す場合には、結晶化時よりも相対的に高い電流パルスをより短い時間で印加し、記録層を融点より高い温度にして溶融した後、急激に冷却する。

#### 【0194】

ここで、記録層 37 が非晶質相の場合の抵抗値を  $r_a$ 、記録層 37 が結晶相での抵抗値  $r_c$  とすると、 $r_a > r_c$  となる。したがって、電極間の抵抗値を抵抗測定器 42 で測定することにより、2 つの異なる状態、すなわち 1 値の情報を検出できる。

#### 【0195】

この情報記録媒体 40 をマトリクス的に多数配置することによって、図 15 に示すような大容量の電気的情報記録媒体 47 を構成することができる。各メモリセル 50 には、微小領域に情報記録媒体 40 と同様の構成が形成されている。各々のメモリセル 50 への情報の記録再生は、ワード線 48、及びビット線 49 をそれぞれ一つ指定することによって行う。

#### 【0196】

図 16 は、電気的情報記録媒体 47 を用いた、情報記録システムの一構成例を示したものである。記憶装置 52 は、電気的情報記録媒体 47 と、アドレス指定回路 51 によって構成される。アドレス指定回路 51 により、電気的情報記録媒体 47 のワード線 48、及びビット線 49 がそれぞれ指定され、各々のメモリセル 50 への情報の記録再生を行うことができる。また、記憶装置 52 を、少なくともパルス電源 54 と抵抗測定器 55 から構成される外部回路 53 に電氣的に接続することにより、電気的情報記録媒体 47 への情報の記録再生を行うことができる。

#### 【0197】

##### 【実施例】

以下に、実施例を用いて本発明をさらに詳細に説明する。

## 【0198】

## (実施例1)

実施例1では、図1の情報記録媒体15を作製し、結晶核生成層110の材料と、情報記録媒体15の消去率、記録書き換え回数、記録保存性、及び書き換え保存性との関係を調べた。具体的には、結晶核生成層110の材料が異なる情報記録媒体15のサンプルを作製した。作製したサンプルについて、情報記録媒体15の消去率、記録書き換え回数、記録保存性、及び書き換え保存性を測定した。

## 【0199】

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板14として、レーザビーム11を導くための案内溝（深さ20nm、トラックピッチ0.32 $\mu$ m）が形成されたポリカーボネート基板（直径120mm、厚さ1100 $\mu$ m）を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、反射層108としてAg-Pd-Cu層（厚さ：80nm）、界面層107としてAl層（厚さ：10nm）、第4誘電体層106としてZnS-SiO<sub>2</sub>層（厚さ：約20nm、SiO<sub>2</sub>：20mol%）、第3誘電体層105としてSiO<sub>2</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>層（厚さ：5nm、SiO<sub>2</sub>：25mol%、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：50mol%、ZrO<sub>2</sub>：25mol%）、記録層104としてGe<sub>22</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>25</sub>層（厚さ：10nm）、結晶核生成層110（厚さ：1nm）、第2誘電体層103としてSiO<sub>2</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>層（厚さ：5nm、SiO<sub>2</sub>：25mol%、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：50mol%、ZrO<sub>2</sub>：25mol%）、第1誘電体層102としてZnS-SiO<sub>2</sub>層（厚さ：約60nm、SiO<sub>2</sub>：20mol%）を順次スパッタリング法によって積層した。最後に、紫外線硬化性樹脂を第1誘電体層102上に塗布し、ポリカーボネートシート（直径120mm、厚さ90 $\mu$ m）を第1誘電体層102に密着し回転させることによって均一な樹脂層を形成したのち、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、透明層13を形成した。その後、記録層104をレーザビームで結晶化させる初期化工程を行った。以上のようにして、結晶核生成層110の材料が異なる複数のサンプルを製造した。

## 【0200】



ここで、第4誘電体層106、及び第1誘電体層102の膜厚は、マトリクス法に基づく計算により、厳密に決定した。具体的には、これらの厚さは、波長405nmにおいて、記録層104が結晶相である場合の情報記録媒体15の基板の鏡面部における反射率 $R_c$  (%) ができるだけ $15 \leq R_c \leq 25$ の範囲内に収まるように、また、記録層104が非晶質相である場合の情報記録媒体15の基板の鏡面部における反射率 $R_a$  (%) ができるだけ $0.5 \leq R_a \leq 5$ の範囲内に収まるように決定した。

#### 【0201】

このようにして得られたサンプルについて、最初に図13の記録再生装置34を用いて、情報記録媒体15の消去率を測定した。このとき、レーザビーム11の波長は405nm、対物レンズ30の開口数NAは0.85、測定時のサンプルの線速度は5.3m/s、及び10.6m/s、最短マーク長は0.149 $\mu$ mとした。また、情報はグループに記録した。

#### 【0202】

消去率は、レーザビーム11をこのPpとPbの間でパワー変調し、(1-7)変調方式でマーク長0.149 $\mu$ m(2T)と0.671 $\mu$ m(9T)の信号を同じグループに連続交互記録し、2T信号を9T信号で書き換えた場合の2T信号振幅の減衰率をスペクトラムアナライザーで測定した。なお、消去率は負の値となるが、絶対値が大きいほど好ましく、具体的には-30dB以下となるのが好ましい。

#### 【0203】

記録書き換え回数は、レーザビーム11をこのPpとPbの間でパワー変調し、(1-7)変調方式でマーク長0.149 $\mu$ m(2T)から0.596 $\mu$ m(8T)までのランダム信号を同じグループに連続記録し、各記録書き換え回数における前端間、及び後端間ジッターをタイムインターバルアナライザーで測定することによって評価した。1回目の前端間と後端間の平均ジッター値に対し3%増加する書き換え回数を上限値とした。なお、PpとPbは、平均ジッター値が最も小さくなるように決定した。

#### 【0204】

記録保存性、及び書き換え保存性は、以下のようにして測定した。まず、レーザービーム 11 をこの P p と P b の間でパワー変調し、(1-7) 変調方式でマーク長  $0.149\ \mu\text{m}$  (2 T) から  $0.596\ \mu\text{m}$  (8 T) までのランダム信号を同じグループに連続記録し、書き換え回数 10 回における前端間、及び後端間のジッターをタイムインターバルアナライザーで測定した。その後、信号を記録したサンプルを温度  $90^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 20 % の条件で恒温恒湿槽に 100 時間放置し、放置前に記録した信号の 100 時間放置後の前端間、及び後端間ジッターを測定し、放置前のジッター値と比較することによって、記録保存性を評価した。また、放置前の記録信号を 100 時間放置後に 1 回書き換えた後の前端間、及び後端間ジッターを測定し、放置前のジッター値と比較することによって、書き換え保存性を評価した。

#### 【0205】

情報記録媒体 15 の結晶核生成層 110 の材料と、情報記録媒体 15 の消去率、記録書き換え回数、記録保存性、及び書き換え保存性の評価結果について、線速度が  $5.3\ \text{m/s}$  の場合の結果を表 1 に、及び線速度が  $10.6\ \text{m/s}$  の場合の結果を表 2 に示す。なお、記録保存性、及び書き換え保存性については、放置前のジッター値と放置後のジッター値の差が 2 % 未満の場合は○、2 % 以上の場合は×とした。

#### 【0206】

【表 1】

媒体 No.	結晶核生成層材料	消去率 (dB)	繰り返し 書き換え 性能(回)	記録 保存性	書き換え 保存性
1-a	BiDy	-35	10000	○	○
1-b	TeDy	-35	10000	○	○
1-c	BiTeDy <sub>2</sub>	-35	10000	○	○
1-d	Bi <sub>2</sub> TeDy	-35	10000	○	○
1-e	BiTe <sub>2</sub> Dy	-35	10000	○	○
1-f	Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub>	-35	1000	○	○
1-g	無し	-30	10000	○	○

【0207】

【表 2】

媒体 No.	結晶核生成層材料	消去率 (dB)	繰り返し 書き換え 性能(回)	記録 保存性	書き換え 保存性
1-a	BiDy	-30	10000	○	○
1-b	TeDy	-30	10000	○	○
1-c	BiTeDy <sub>2</sub>	-30	10000	○	○
1-d	Bi <sub>2</sub> TeDy	-30	10000	○	○
1-e	BiTe <sub>2</sub> Dy	-30	10000	○	○
1-f	Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub>	-30	1000	○	○
1-g	無し	-20	1000	○	×

【0208】

この結果、結晶核生成層 110 に Dy を含まないサンプル 1-f の場合には、繰り返し書き換え性能が 1000 回と不十分であることがわかった。また、結晶核生成層 110 が無いサンプル 1-g の場合には、線速度 10.6 m/s の高転

送レートでの消去率、及び書き換え保存性が不十分であることがわかった。結晶核生成層 110 に Dy を含むサンプル 1-a、1-b、1-c、1-d、及び 1-e については、線速度 5.3 m/s の低転送レートの場合でも、線速度 10.6 m/s の高転送レートの場合でも、共に消去率、繰り返し書き換え性能、記録保存性、及び書き換え保存性が良好であることがわかった。

#### 【0209】

なお、結晶核生成層 110 として、Bi または Te の少なくとも一つと、Dy 以外の M1 を少なくとも一つ含む材料、及び BiM1 または TeM1 の少なくとも一つを含む材料、及び BiTeM12、Bi2TeM1、または BiTe2M1 の少なくとも一つを含む材料を用いた場合でも同様の実験を行ったところ、線速度 5.3 m/s の低転送レートの場合でも、線速度 10.6 m/s の高転送レートの場合でも、共に消去率、繰り返し書き換え性能、記録保存性、及び書き換え保存性が良好であることがわかった。

#### 【0210】

##### (実施例 2)

図 2 の情報記録媒体 112 のように、結晶核生成層 111 が記録層 104 の第 3 誘電体層 105 側の界面にある場合、及び図 3 の情報記録媒体 113 のように、結晶核生成層 110、及び結晶核生成層 111 が記録層 104 の両側の界面にある場合について、実施例 1 を行ったところ、同様の結果が得られた。

#### 【0211】

##### (実施例 3)

実施例 3 では、図 3 の情報記録媒体 24 において、結晶核生成層 210、及び結晶核生成層 310 の材料と、情報記録媒体 24 の第 1 の情報層 16、及び第 2 の情報層 23 それぞれの消去率、記録書き換え回数、記録保存性、及び書き換え保存性との関係を調べた。具体的には、結晶核生成層 210、及び結晶核生成層 310 の材料が異なる情報記録媒体 24 のサンプルを作製した。作製したサンプルについて、情報記録媒体 24 の第 1 の情報層 16、及び第 2 の情報層 23 それぞれの消去率、記録書き換え回数、記録保存性、及び書き換え保存性を測定した。

## 【0212】

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板14として、レーザビーム11を導くための案内溝（深さ20nm、トラックピッチ0.32 $\mu$ m）が形成されたポリカーボネート基板（直径120mm、厚さ1100 $\mu$ m）を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、第2反射層308としてAg-Pd-Cu層（厚さ：80nm）、界面層307としてAl層（厚さ：10nm）、第4誘電体層306としてZnS-SiO<sub>2</sub>層（厚さ：22nm、SiO<sub>2</sub>：20mol%）、第3誘電体層305としてSiO<sub>2</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>層（厚さ：5nm、SiO<sub>2</sub>：25mol%、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：50mol%、ZrO<sub>2</sub>：25mol%）、第2記録層304としてGe<sub>22</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>25</sub>層（厚さ：10nm）、結晶核生成層310（厚さ：1nm）、第2誘電体層303としてSiO<sub>2</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>層（厚さ：5nm、SiO<sub>2</sub>：25mol%、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：50mol%、ZrO<sub>2</sub>：25mol%）、第1誘電体層302としてZnS-SiO<sub>2</sub>層（厚さ：60nm、SiO<sub>2</sub>：20mol%）を順次スパッタリング法によって積層した。ここで、第4誘電体層306、及び第1誘電体層302の膜厚は、マトリクス法に基づく計算により、波長405nmにおいて、第2記録層304が結晶相のときの反射光量が第2記録層304が非晶質相のときの反射光量よりも大きく、且つ第2記録層304が結晶相のときと非晶質相のときとで反射光量の変化がより大きく、且つ第2記録層304の光吸収効率が大きくなるように厳密に決定した。

## 【0213】

次に、第1誘電体層302上に紫外線硬化性樹脂を塗布し、その上に案内溝（深さ20nm、トラックピッチ0.32 $\mu$ m）を形成した基板をかぶせて密着し回転させることによって均一な樹脂層を形成し、樹脂を硬化させた後に基板をはがした。この工程によって、レーザビーム11を導く案内溝が第1の情報層16側に形成された光学分離層17を形成した。

## 【0214】

その後、光学分離層17の上に、透過率調整層209としてTiO<sub>2</sub>層（厚さ：20nm）、第1反射層208としてAg-Pd-Cu層（厚さ：10nm）

、第7誘電体層205として(SiO<sub>2</sub>)<sub>20</sub>(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>30</sub>(ZrO<sub>2</sub>)<sub>50</sub>(mol%)層(厚さ:10nm)、第1記録層204としてGe<sub>22</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>25</sub>層(厚さ:6nm)、結晶核生成層210(厚さ:1nm)、第6誘電体層203として(SiO<sub>2</sub>)<sub>35</sub>(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>30</sub>(ZrO<sub>2</sub>)<sub>35</sub>(mol%)層(厚さ:5nm)、第5誘電体層202としてZnS-SiO<sub>2</sub>層(厚さ:40nm、SiO<sub>2</sub>:20mol%)を順次スパッタリング法によって積層した。その後、紫外線硬化性樹脂を第5誘電体層202上に塗布し、ポリカーボネートシート(直径120mm、厚さ90μm)を第5誘電体層202に密着し回転させることによって均一な樹脂層を形成したのち、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、透明層13を形成した。最後に、第2記録層304の全面を結晶化させる初期化工程、及び第1記録層204の全面を結晶化させる初期化工程をこの順に行った。以上のようにして、結晶核生成層310、及び結晶核生成層210の材料が異なる複数のサンプルを製造した。

#### 【0215】

このようにして得られたサンプルについて、実施例1と同様の方法によって、情報記録媒体24の第1の情報層16、及び第2の情報層23それぞれの消去率、記録書き換え回数、記録保存性、及び書き換え保存性を測定した。その評価結果を、線速度が5.3m/sの場合の結果を表3に、及び線速度が10.6m/sの場合の結果を表4に示す。なお、記録保存性、及び書き換え保存性については、放置前のジッター値と放置後のジッター値の差が2%未満の場合は○、2%以上の場合は×とした。

#### 【0216】

【表 3】

媒体 No.	情報層 No.	結晶核生成層 材料	消去率 (dB)	繰返し 書き換え 性能(回)	記録 保存性	書き 換え 保存性
2-a	第1情報層	BiDy	-32	10000	○	○
	第2情報層	BiDy	-35	10000	○	○
2-b	第1情報層	TeDy	-32	10000	○	○
	第2情報層	TeDy	-35	10000	○	○
2-c	第1情報層	BiTeDy <sub>2</sub>	-32	10000	○	○
	第2情報層	BiTeDy <sub>2</sub>	-35	10000	○	○
2-d	第1情報層	Bi <sub>2</sub> TeDy	-32	10000	○	○
	第2情報層	Bi <sub>2</sub> TeDy	-35	10000	○	○
2-e	第1情報層	BiTe <sub>2</sub> Dy	-32	10000	○	○
	第2情報層	BiTe <sub>2</sub> Dy	-35	10000	○	○
2-f	第1情報層	Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub>	-32	1000	○	○
	第2情報層	Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub>	-35	1000	○	○
2-g	第1情報層	無し	-27	10000	○	○
	第2情報層	無し	-30	10000	○	○

【0217】

【表 4】

媒体 No.	情報層 No.	結晶核生成層 材料	消去率 (dB)	繰り返し 書き換え 性能(回)	記録 保存性	書き 換え 保存性
2-a	第1情報層	BiDy	-27	10000	○	○
	第2情報層	BiDy	-30	10000	○	○
2-b	第1情報層	TeDy	-27	10000	○	○
	第2情報層	TeDy	-30	10000	○	○
2-c	第1情報層	BiTeDy <sub>2</sub>	-27	10000	○	○
	第2情報層	BiTeDy <sub>2</sub>	-30	10000	○	○
2-d	第1情報層	Bi <sub>2</sub> TeDy	-27	10000	○	○
	第2情報層	Bi <sub>2</sub> TeDy	-30	10000	○	○
2-e	第1情報層	BiTe <sub>2</sub> Dy	-27	10000	○	○
	第2情報層	BiTe <sub>2</sub> Dy	-30	10000	○	○
2-f	第1情報層	Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub>	-27	1000	○	○
	第2情報層	Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub>	-30	1000	○	○
2-g	第1情報層	無し	-17	10000	○	×
	第2情報層	無し	-20	10000	○	×

## 【0218】

この結果、結晶核生成層 310、及び結晶核生成層 210 に Dy を含まないサンプル 2-f の場合には、繰り返し書き換え性能が 1000 回と不十分であることがわかった。また、結晶核生成層 310、及び結晶核生成層 210 が無いサンプル 2-g の場合には、線速度 10.6 m/s の高転送レートでの消去率、及び書き換え保存性が不十分であることがわかった。結晶核生成層 310、及び結晶核生成層 210 に Dy を含むサンプル 2-a、2-b、2-c、2-d、及び 2-e については、線速度 5.3 m/s の低転送レートの場合でも、線速度 10.6 m/s の高転送レートの場合でも、共に消去率、繰り返し書き換え性能、記録保存性、及び書き換え保存性が良好であることがわかった。

## 【0219】



なお、結晶核生成層 310、または結晶核生成層 210として、Bi または Te の少なくとも一つと、Dy 以外の M1 を少なくとも一つ含む材料、及び Bi M1 または Te M1 の少なくとも一つを含む材料、及び Bi Te M1 2、Bi 2 Te M1、または Bi Te 2 M1 の少なくとも一つを含む材料を用いた場合でも同様の実験を行ったところ、線速度 5.3 m/s の低転送レートの場合でも、線速度 10.6 m/s の高転送レートの場合でも、共に消去率、繰り返し書き換え性能、記録保存性、及び書き換え保存性が良好であることがわかった。

### 【0220】

#### (実施例 4)

図 8 の情報記録媒体 312 のように、結晶核生成層 211、及び結晶核生成層 311 が、それぞれ第 1 記録層 204 の第 7 誘電体層 205 側の界面、及び第 2 記録層 304 の第 3 誘電体層 305 側の界面にある場合について、実施例 3 を行ったところ、同様の結果が得られた。また、図 9 の情報記録媒体 313 のように、結晶核生成層 210、211、及び結晶核生成層 310、311 が、それぞれ第 1 記録層 204、及び第 2 記録層 304 の両側の界面にある場合についても、実施例 3 を行ったところ、同様の結果が得られた。

### 【0221】

#### (実施例 5)

実施例 5 では、図 10 の情報記録媒体 25 において、第 1 の情報層 16 のみが形成されたサンプルを作製し、結晶核生成層 210 の材料と、情報記録媒体 25 の第 1 の情報層 16 の消去率、記録書き換え回数、記録保存性、及び書き換え保存性との関係を調べた。

### 【0222】

サンプルは以下のようにして製造した。まず、基板 26 として、レーザービーム 11 を導くための案内溝（深さ 40 nm、トラックピッチ 0.344  $\mu$ m）が形成されたポリカーボネート基板（直径 120 mm、厚さ 600  $\mu$ m）を用意した。そして、そのポリカーボネート基板上に、第 5 誘電体層 202 として Zn S—SiO<sub>2</sub> 層（厚さ：40 nm、SiO<sub>2</sub>：20 mol %）、第 6 誘電体層 203 として (SiO<sub>2</sub>)<sub>35</sub> (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>30</sub> (ZrO<sub>2</sub>)<sub>35</sub> (mol %) 層（

厚さ: 5 nm)、結晶核生成層 210 (厚さ: 1 nm)、第1記録層 204としてGe<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>層 (厚さ: 6 nm)、第7誘電体層 205として(SiO<sub>2</sub>)<sub>20</sub>(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>30</sub>(ZrO<sub>2</sub>)<sub>50</sub>(mol%)層 (厚さ: 10 nm)、第1反射層 208としてAg-Pd-Cu層 (厚さ: 10 nm)、透過率調整層 209としてTiO<sub>2</sub>層 (厚さ: 20 nm)を順次スパッタリング法によって積層した。その後、紫外線硬化性樹脂を透過率調整層 209上に塗布し、ダミー基板 28 (直径120 mm、厚さ600 μm)を透過率調整層 209に密着し回転させることによって均一な樹脂層を形成したのち、紫外線を照射して樹脂を硬化させることによって、接着層 27を介して透過率調整層 209とダミー基板 28を接着させた。最後に、第1記録層 204の全面を結晶化させる初期化工程を行った。以上のようにして、結晶核生成層 210の材料が異なる複数のサンプルを製造した。

#### 【0223】

このようにして得られたサンプルについて、実施例1と同様の方法によって、情報記録媒体 25の第1の情報層 16の消去率、記録書き換え回数、記録保存性、及び書き換え保存性を測定した。

#### 【0224】

このとき、レーザビーム 11の波長は405 nm、対物レンズ 30の開口数NAは0.65、測定時のサンプルの線速度は8.6 m/s、及び17.2 m/s、最短マーク長は0.294 μmとした。また、情報はグループに記録した。

#### 【0225】

この結果、実施例3と同様に結晶核生成層 210がBiもしくはTeより選ばれる少なくとも一つの元素とM1を含む場合、第1の情報層 16の消去率、記録書き換え回数、記録保存性、及び書き換え保存性が良好な情報記録媒体 25が得られた。

#### 【0226】

また、図11の情報記録媒体 412のように、結晶核生成層 211が第1記録層 204の第7誘電体層 205側の界面にある場合、及び図12の情報記録媒体 413のように、結晶核生成層 210、及び結晶核生成層 211が第1記録層 2

04の両側の界面にある場合についても上記と同様の実験を行ったところ、実施例4と同様に、第1の情報層16の消去率、記録書き換え回数、記録保存性、及び書き換え保存性が良好な情報記録媒体412、及び情報記録媒体413が得られた。

#### 【0227】

##### (実施例6)

記録層104、第1記録層204、または第2記録層304において、組成式  $Ge_aSb_bTe_{3+a}$ 、 $Ge_aBi_bTe_{3+a}$  で表される材料、及びSbの一部をBiで置換した  $Ge_a(Sb-Bi)_bTe_{3+a}$  で表される材料において、 $2 \leq a \leq 30$ 、 $2 \leq b \leq 4$  の範囲で実施例1から5を行ったところ、同様の結果が得られた。 $a < 2$  の場合は記録層の光学変化が小さくなりすぎて情報記録媒体の信号振幅が小さくなってしまった。また、 $30 < a$  の場合は記録層の融点が高くなりすぎて情報記録媒体の記録感度が悪化した。一方、 $b < 2$ 、及び  $4 < b$  の場合は、記録書き換え性能が大きく低下した。

#### 【0228】

##### (実施例7)

記録層104、第1記録層204、または第2記録層304において、組成式  $(Ge-M3)_aSb_bTe_{3+a}$ 、 $(Ge-M3)_aBi_bTe_{3+a}$  で表される材料、及びSbの一部をBiで置換した  $(Ge-M3)_a(Sb-Bi)_bTe_{3+a}$  で表される材料において、M3としてSnまたはPbの少なくともいずれか一つを添加した場合について、 $2 \leq a \leq 30$ 、 $2 \leq b \leq 4$  の範囲で実施例1から5を行ったところ、同様の結果が得られた。 $a < 2$  の場合は記録層の光学変化が小さくなりすぎて情報記録媒体の信号振幅が小さくなってしまった。また、 $30 < a$  の場合は記録層の融点が高くなりすぎて情報記録媒体の記録感度が悪化した。一方、 $b < 2$ 、及び  $4 < b$  の場合は、記録書き換え性能が大きく低下した。

。

#### 【0229】

##### (実施例8)

記録層104、第1記録層204、または第2記録層304において、組成式

(GeaSbbTe $3+a$ )100-cM4c、(GeaBibTe $3+a$ )100-cM4cで表される材料、及びSbの一部をBiで置換した(Gea(Sb-Bi)bTe $3+a$ )100-cM4cで表される材料において、M4としてSi、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Se、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、In、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、またはAuの少なくともいずれか一つを添加した場合について、 $2 \leq a \leq 30$ 、 $2 \leq b \leq 4$ 、 $0 < c \leq 20$ の範囲で実施例1から5を行ったところ、同様の結果が得られた。 $a < 2$ の場合は記録層の光学変化が小さくなりすぎて情報記録媒体の信号振幅が小さくなってしまった。また、 $30 < a$ の場合は記録層の融点が高くなりすぎて情報記録媒体の記録感度が悪化した。一方、 $b < 2$ 、 $4 < b$ 、及び $20 < c$ の場合は、記録書き換え性能が大きく低下した。

#### 【0230】

##### (実施例9)

記録層104、第1記録層204、または第2記録層304において、組成式(SbxTe100-x)100-yM5yで表される材料において、M5としてGe、Ag、In、Sn、Se、Bi、AuまたはMnの少なくともいずれか一つを添加した場合について、 $50 \leq x \leq 95$ 、 $0 < y \leq 20$ の範囲で実施例1から5を行ったところ、同様の結果が得られた。 $x < 50$ の場合は、記録層の結晶化能が低くなって消去率が低下した。また、 $95 < x$ の場合は、結晶化能が高くなりすぎて記録保存性が不十分であった。一方、 $20 < y$ の場合には、記録書き換え性能が大きく低下した。

#### 【0231】

##### (実施例10)

結晶核生成層110、結晶核生成層210、または結晶核生成層310において、膜厚を0.3nm~3nmの範囲で変化させた場合について、実施例1から5を行ったところ、同様の結果が得られた。なお、結晶核生成層の膜厚が0.3nmより薄い場合には、記録層の結晶化促進効果が不十分で線速度10.6m/sでの書き換え保存性が悪化した。また、結晶核生成層の膜厚が3nmより厚い場合には、記録層の結晶化能が高すぎて線速度5.3m/sでの記録保存性が悪

化した。

### 【0232】

#### (実施例11)

記録層104、または第2記録層304において、膜厚を6nm～14nmの範囲で変化させた場合について、実施例1から4を行ったところ、同様の結果が得られた。記録層の膜厚が6nmより薄い場合には、記録層の結晶化能が低くなって消去率が低下し、14nmより厚い場合には、非晶質化が困難となって記録感度が低下した。また、第1記録層204において、膜厚を3nm～9nmの範囲で変化させた場合について、実施例3及び4を行ったところ、同様の結果が得られた。なお、記録層の膜厚が3nmより薄い場合には、記録層の結晶化能が低くなって消去率が低下し、9nmより厚い場合には、第1の情報層16の透過率が低下し、第2の情報層23の記録感度が悪化した。

### 【0233】

#### (実施例12)

透過率調整層209として、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sr-O}$ 、 $\text{Ti-N}$ 、 $\text{Zr-N}$ 、 $\text{Nb-N}$ 、 $\text{Ta-N}$ 、 $\text{Si-N}$ 、 $\text{Ge-N}$ 、 $\text{Cr-N}$ 、 $\text{Al-N}$ 、 $\text{Ge-Si-N}$ 、 $\text{Ge-Cr-N}$ 、及び $\text{ZnS}$ から選ばれる少なくとも一つを含む材料を用いた場合について、実施例3及び4を行ったところ、同様の結果が得られた。

### 【0234】

#### (実施例13)

基板14として、直径50.8mm、厚さ800 $\mu\text{m}$ のポリカーボネート基板を用いた場合について、実施例1から11を行ったところ、同様の結果が得られた。

### 【0235】

#### (実施例14)

実施例14では、図14の情報記録媒体40を製造し、その電流の印加による相変化を確認した。

## 【0236】

基板35として、表面を窒化処理したSi基板を準備し、その上に下部電極36としてPtを面積 $10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$ で厚さ $0.1\mu\text{m}$ 、記録層37としてGe<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>を面積 $5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ で厚さ $0.1\mu\text{m}$ 、結晶核生成層38としてBiTeDy<sub>2</sub>を面積 $5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ で厚さ $3\text{nm}$ 、上部電極39としてPtを面積 $5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ で厚さ $0.1\mu\text{m}$ に順次スパッタリング法により積層した。その後、下部電極36、及び上部電極39にAuリード線をボンディングし、印加部41を介して電気的情報記録再生装置46を情報記録媒体40に接続した。この電気的情報記録再生装置46により、下部電極36と上部電極39の間には、パルス電源44がスイッチ43を介して接続され、さらに、記録層37の相変化による抵抗値の変化が、下部電極36と上部電極39の間にスイッチ45を介して接続された抵抗測定器42によって検出される。

## 【0237】

記録層37が非晶質相で高抵抗状態のとき、下部電極36と上部電極39の間に、振幅 $2\text{mA}$ 、パルス幅 $80\text{ns}$ の電流パルスを印加したところ、記録層37が非晶質相から結晶相に転移した。また、記録層37が結晶相で低抵抗状態のとき、下部電極36と上部電極39の間に、振幅 $10\text{mA}$ 、パルス幅 $50\text{ns}$ の電流パルスを印加したところ、記録層37が結晶相から非晶質相に転移した。なお、結晶核生成層38を形成しないサンプルも同時に作製して同様の実験を行ったところ、 $100\text{ns}$ 以上のパルス幅の電流パルスを印加しなければ記録層37が非晶質相から結晶相に転移しなかった。

## 【0238】

以上のことから、電気的手段によって相変化を起こす情報記録媒体においても、結晶核生成層が記録層の結晶化速度の向上に寄与していることがわかった。

## 【0239】

## 【発明の効果】

以上のように本発明の情報記録媒体によれば、結晶核生成層の融点が高く熱的安定性が良好で、高い転送レートでの書き換え保存性と低い転送レートでの記録保存性を両立し、且つ良好な繰り返し書き換え性能を有する情報記録媒体が得ら

れる。

【0240】

また、本発明の情報記録媒体の製造方法によれば、本発明の情報記録媒体を容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の1層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

【図2】

本発明の1層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

【図3】

本発明の1層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

【図4】

本発明のN層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

【図5】

本発明のN層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

【図6】

本発明のN層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

【図7】

本発明の2層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

【図8】

本発明の2層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

## 【図 9】

本発明の 2 層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

## 【図 10】

本発明の N 層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

## 【図 11】

本発明の N 層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

## 【図 12】

本発明の N 層の情報層を備えた情報記録媒体について層構成の一例を示す一部断面図

## 【図 13】

本発明の情報記録媒体の記録再生に用いられる記録再生装置について構成の一部を模式的に示す図

## 【図 14】

本発明の情報記録媒体、及び電気的情報記録再生装置について構成の一部を模式的に示す図

## 【図 15】

本発明の大容量の電気的情報記録媒体について構成の一部を模式的に示す図

## 【図 16】

本発明の電気的情報記録媒体とその記録再生システムについて構成の一部を模式的に示す図

## 【図 17】

4. 7GB/DVD-RAM について層構成の一例を示す一部断面図

## 【符号の説明】

- 1, 14, 26, 35 基板
- 2, 102, 302 第 1 誘電体層
- 3, 103, 303 第 2 誘電体層



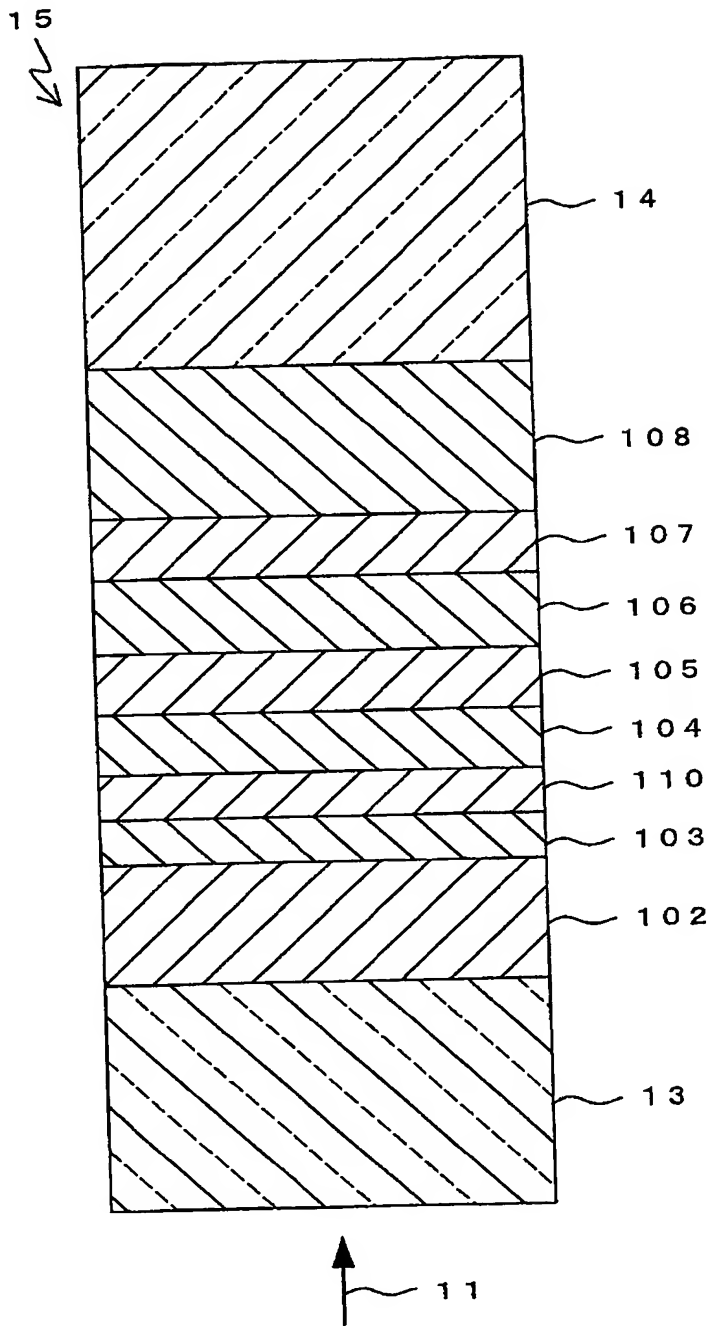
- 4, 37, 104 記録層
- 5, 105, 305 第3誘電体層
- 6, 106, 306 第4誘電体層
- 7 光吸収補正層
- 8, 108 反射層
- 9, 27 接着層
- 10, 28 ダミー基板
- 11 レーザビーム
- 12, 15, 22, 24, 25, 33, 40, 112, 113, 212, 213, 312, 313, 412, 413 情報記録媒体
- 13 透明層
- 16 第1の情報層
- 17, 19, 20 光学分離層
- 18, 21 情報層
- 23 第2の情報層
- 29 スピンドルモータ
- 30 対物レンズ
- 31 半導体レーザ
- 32 光学ヘッド
- 34 記録再生装置
- 36 下部電極
- 38, 56, 110, 111, 210, 211, 310, 311 結晶核生成層
- 39 上部電極
- 41 印加部
- 42, 55 抵抗測定器
- 43, 45 スイッチ
- 44, 54 パルス電源
- 46 電気的情報記録再生装置

4 7 電気的情報記録媒体  
4 8 ワード線  
4 9 ビット線  
5 0 メモリセル  
5 1 アドレス指定回路  
5 2 記憶装置  
5 3 外部回路  
1 0 7, 3 0 7 界面層  
2 0 2 第 5 誘電体層  
2 0 3 第 6 誘電体層  
2 0 4 第 1 記録層  
2 0 5 第 7 誘電体層  
2 0 8 第 1 反射層  
2 0 9 透過率調整層  
3 0 4 第 2 記録層  
3 0 8 第 2 反射層

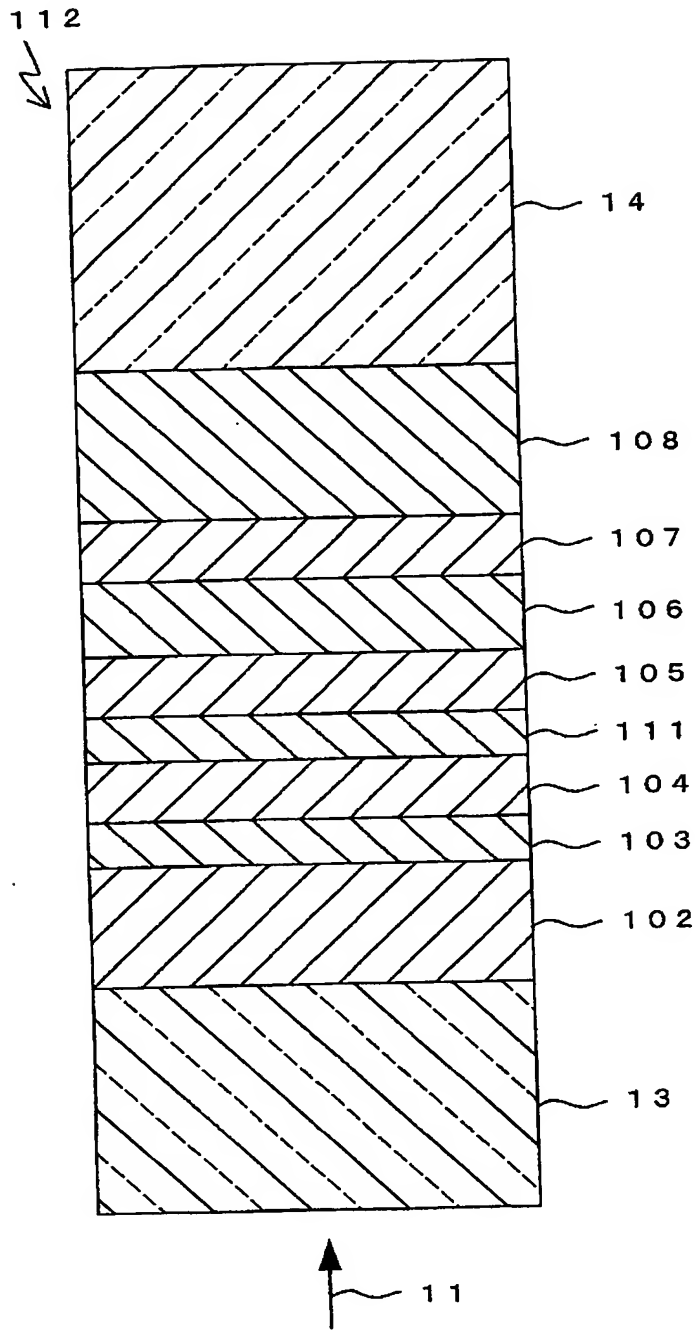
【書類名】

図面

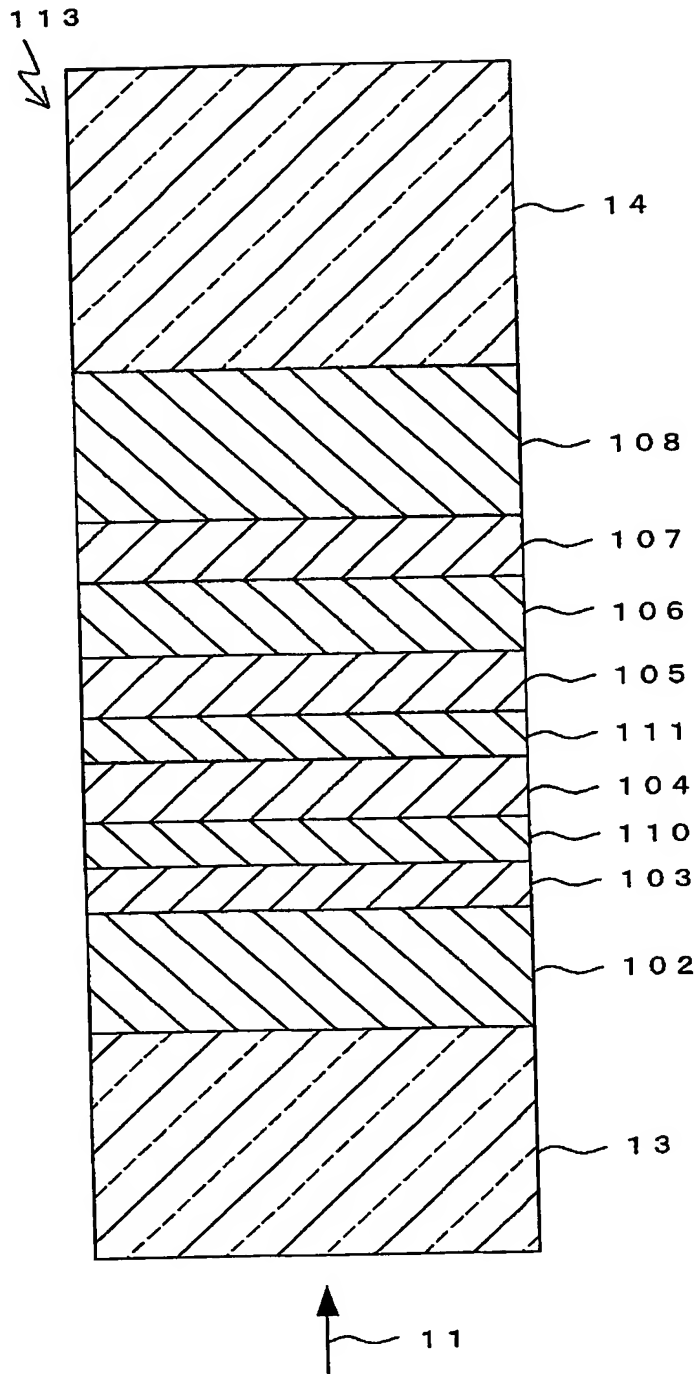
【図1】



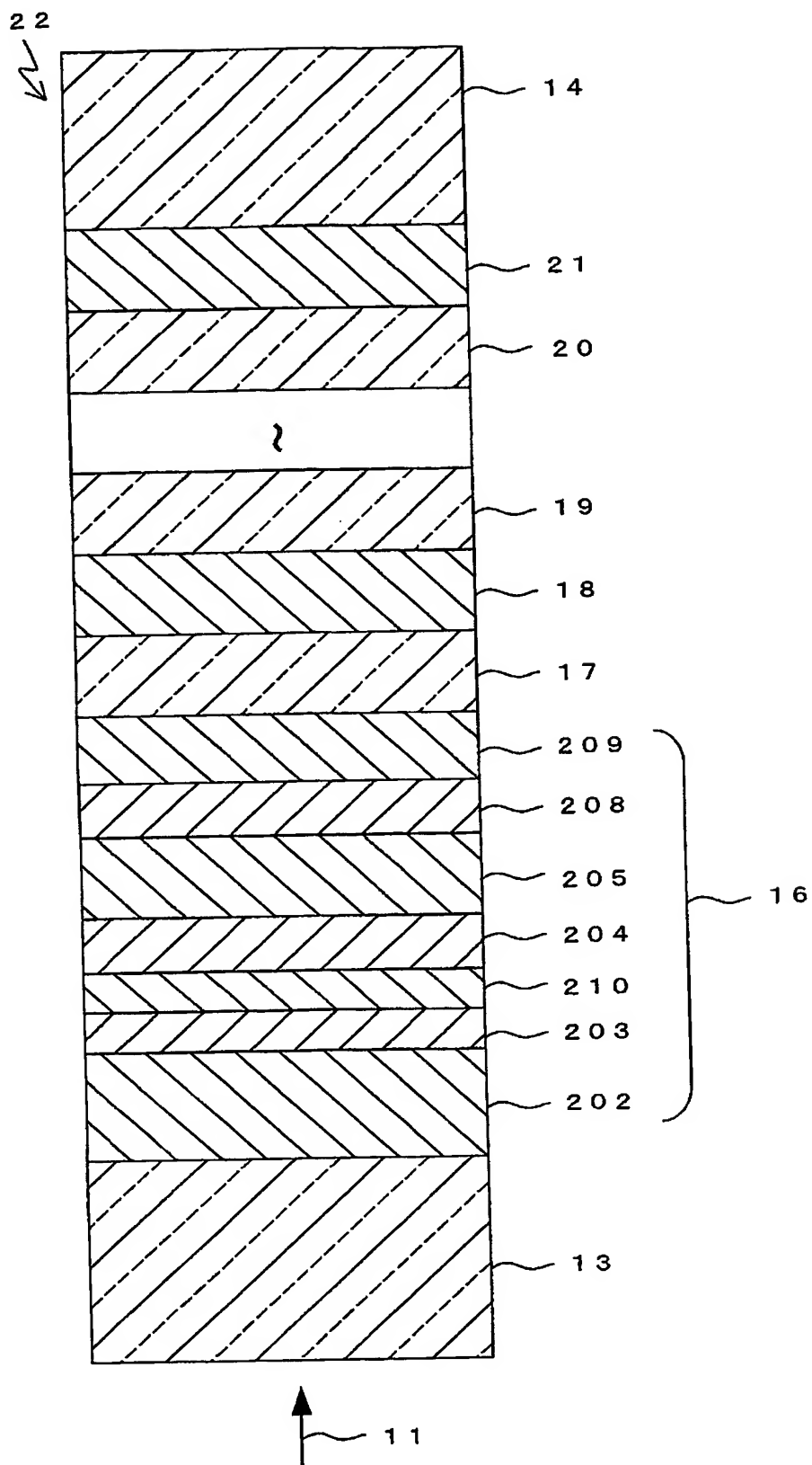
【図 2】



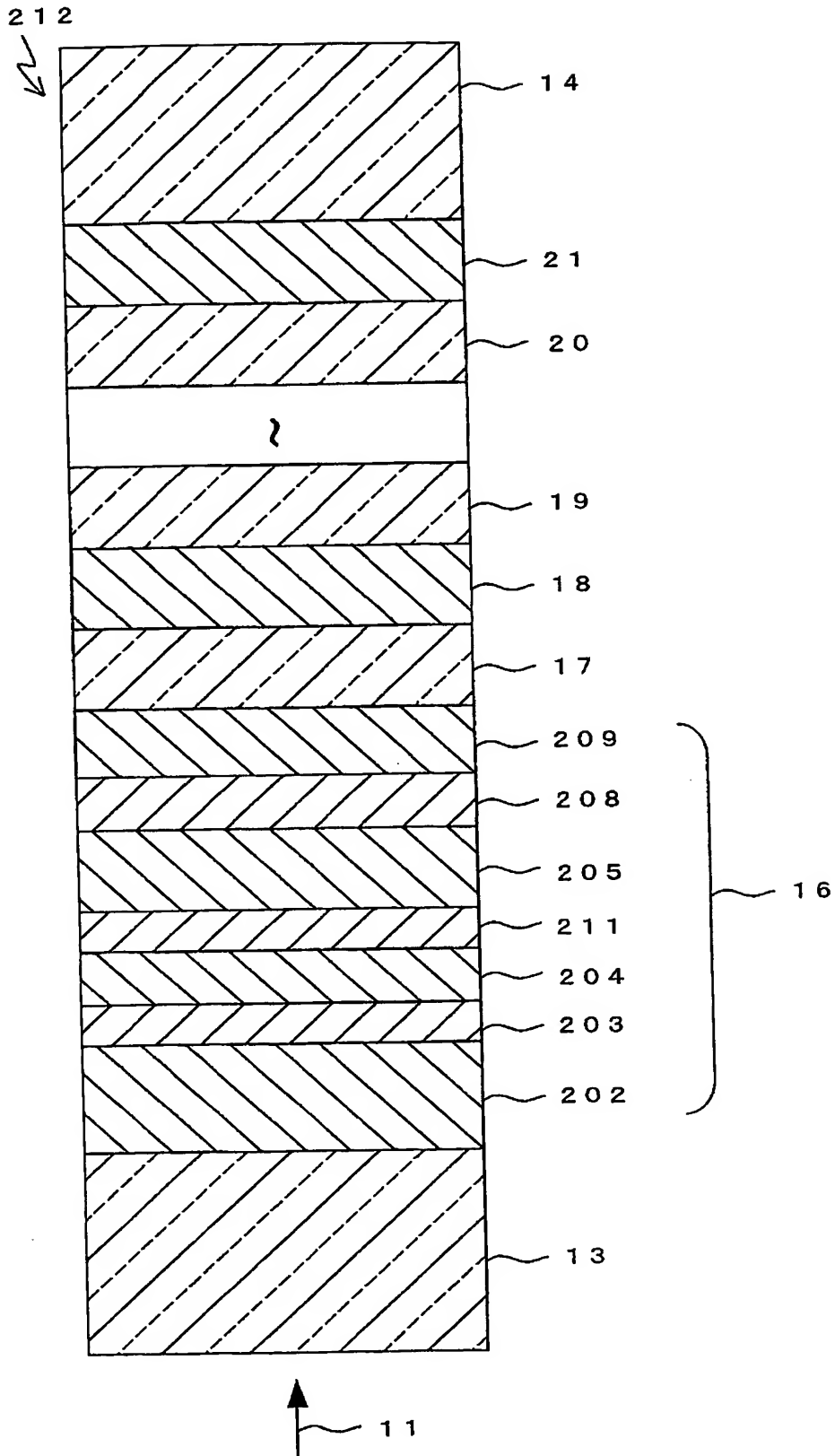
【図 3】



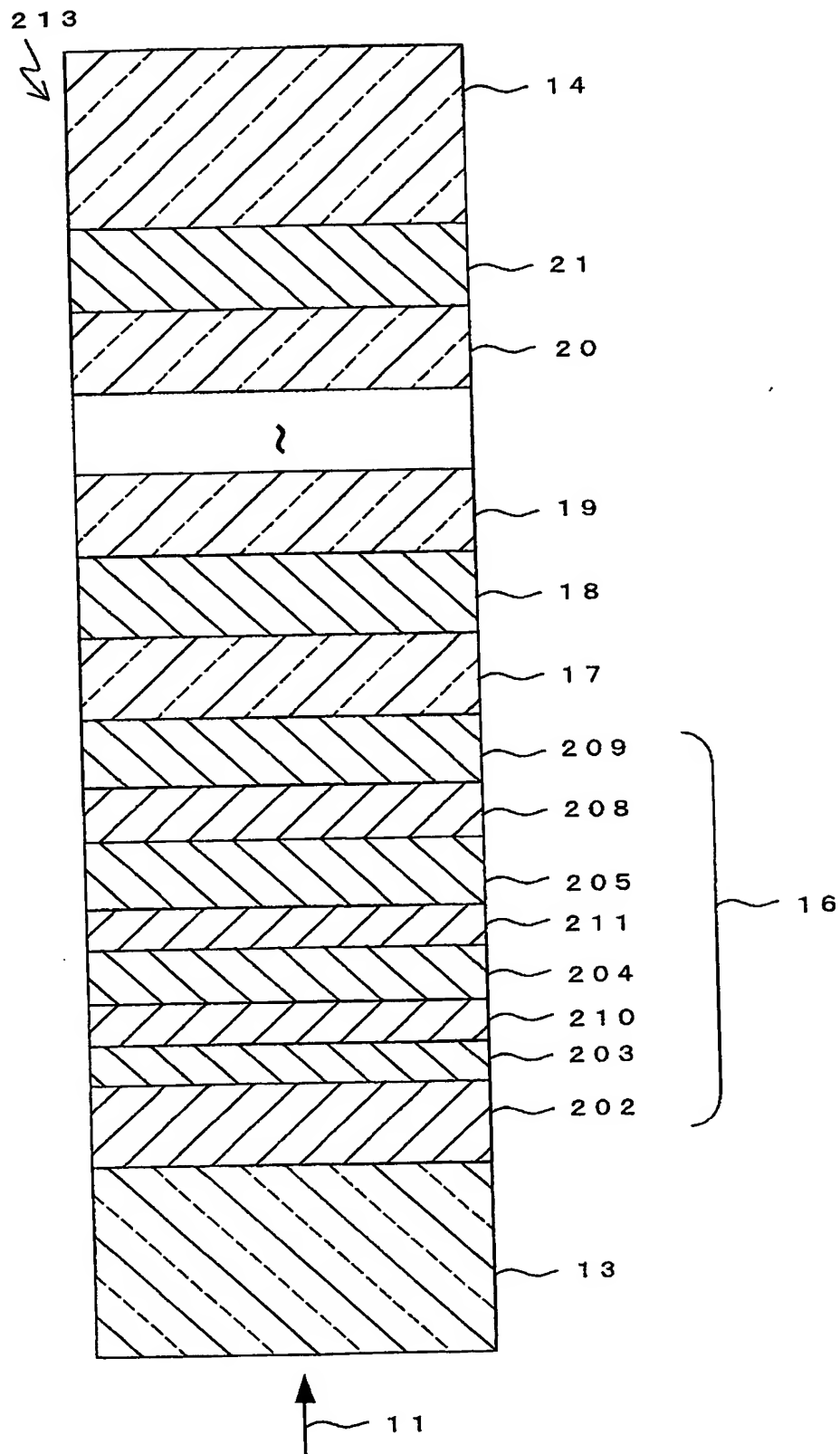
【図 4】



【図 5】

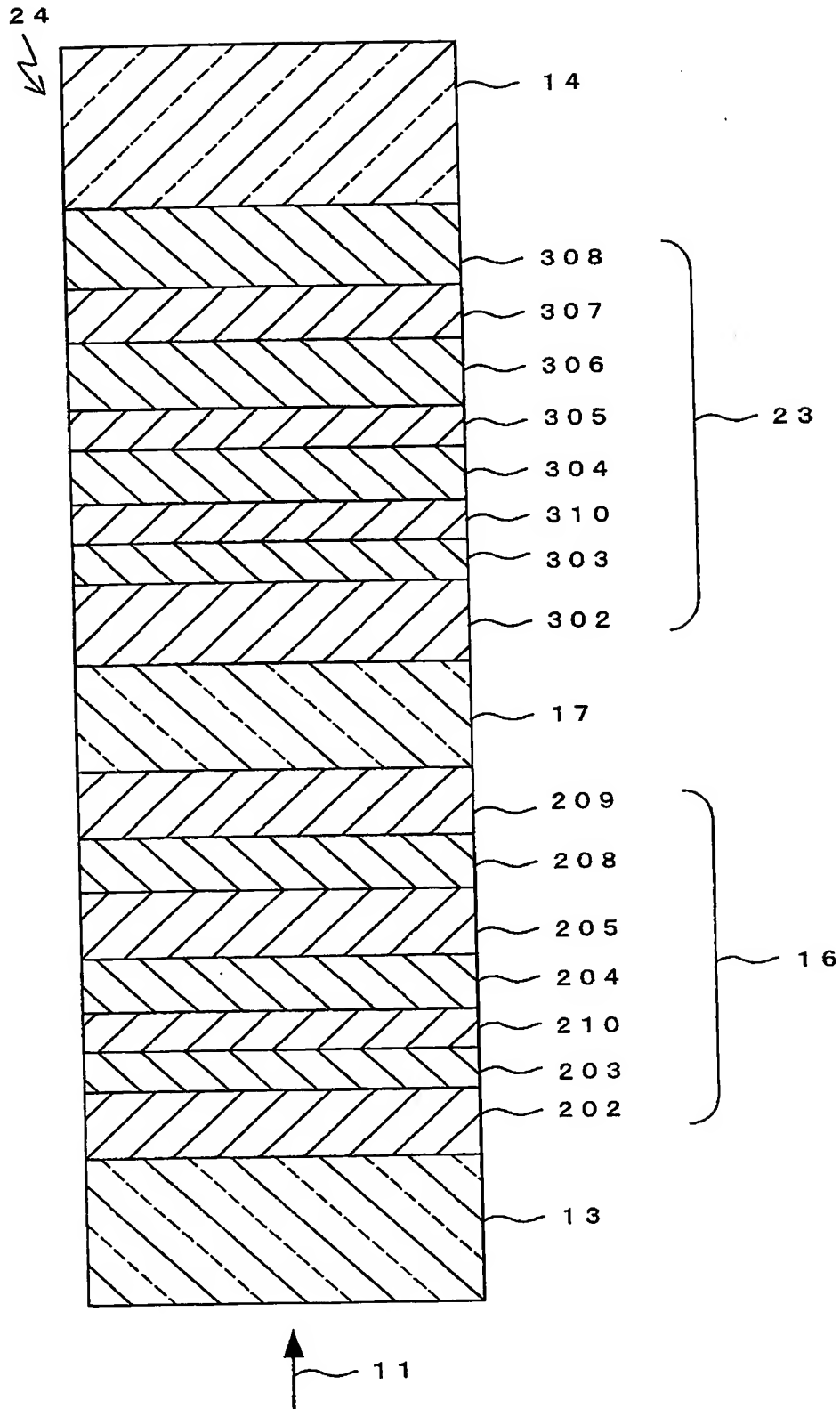


【図 6】

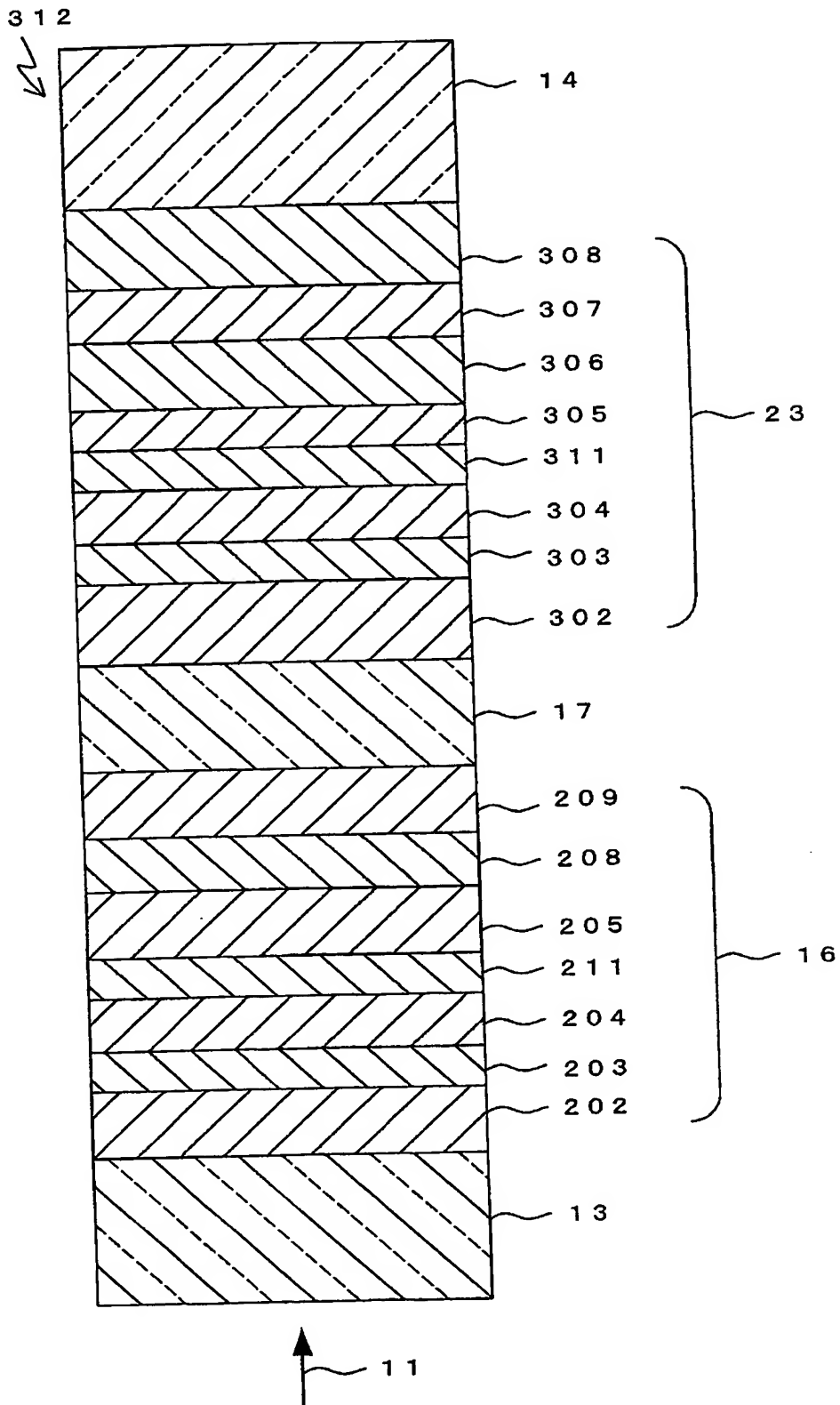




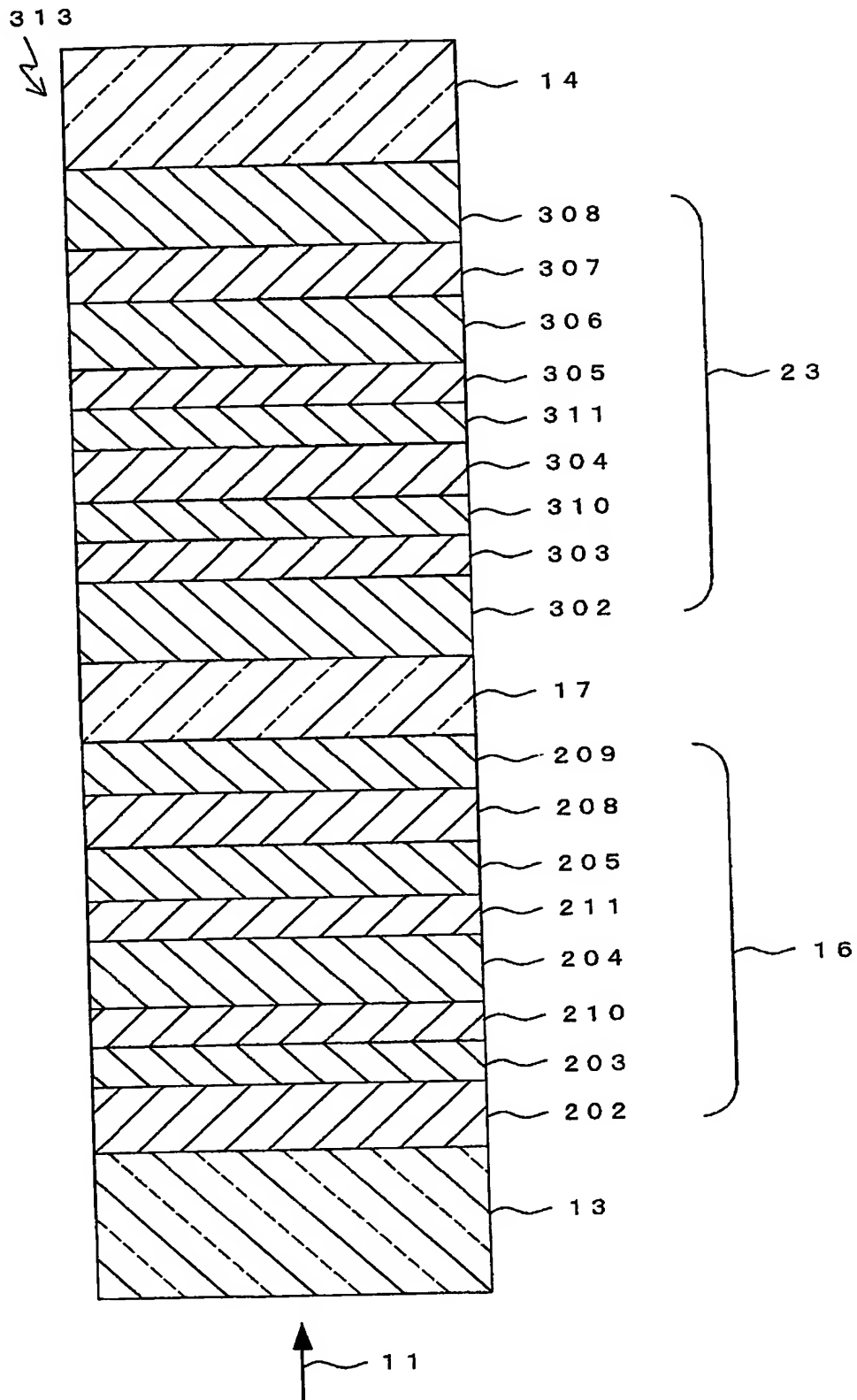
【図 7】



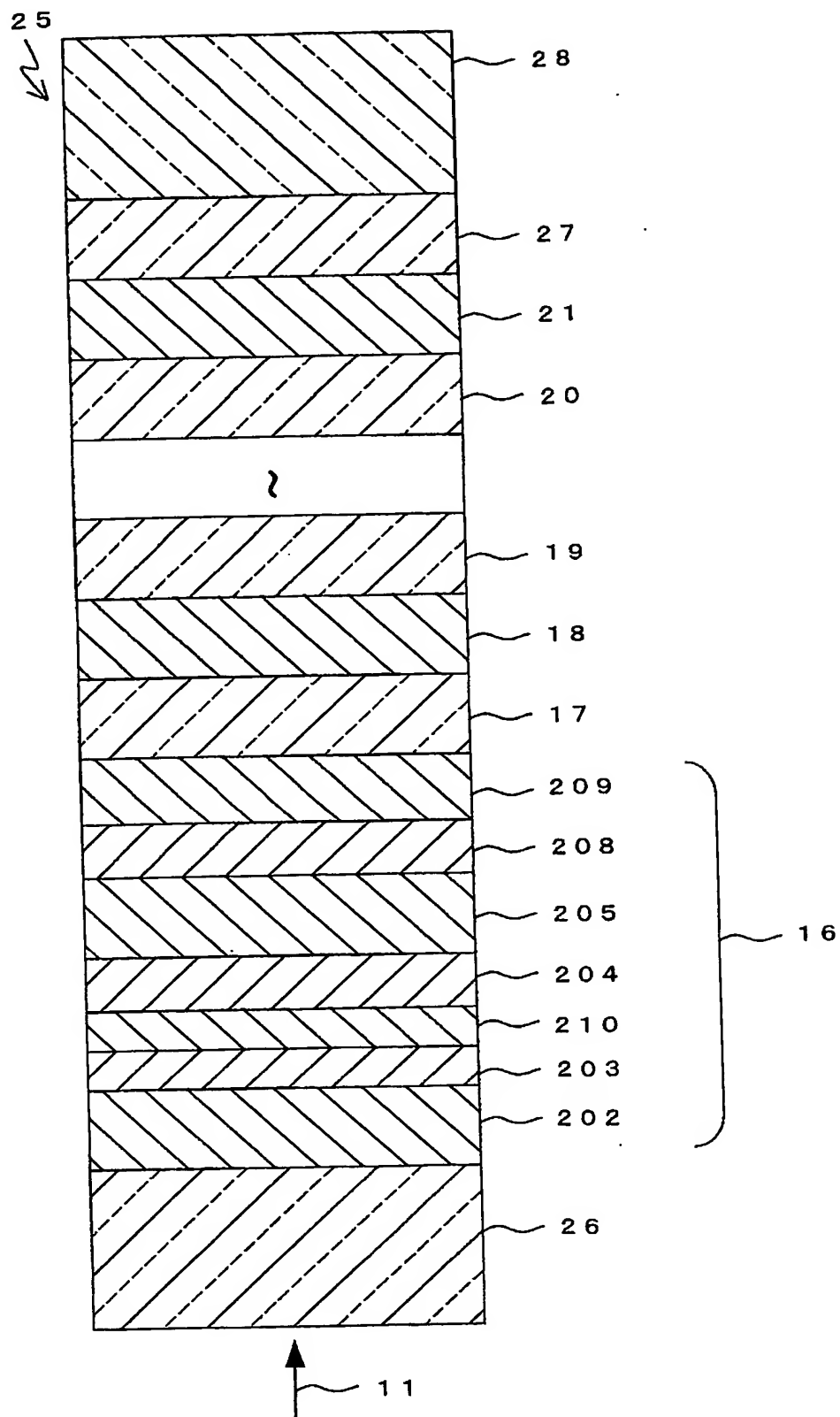
【図 8】



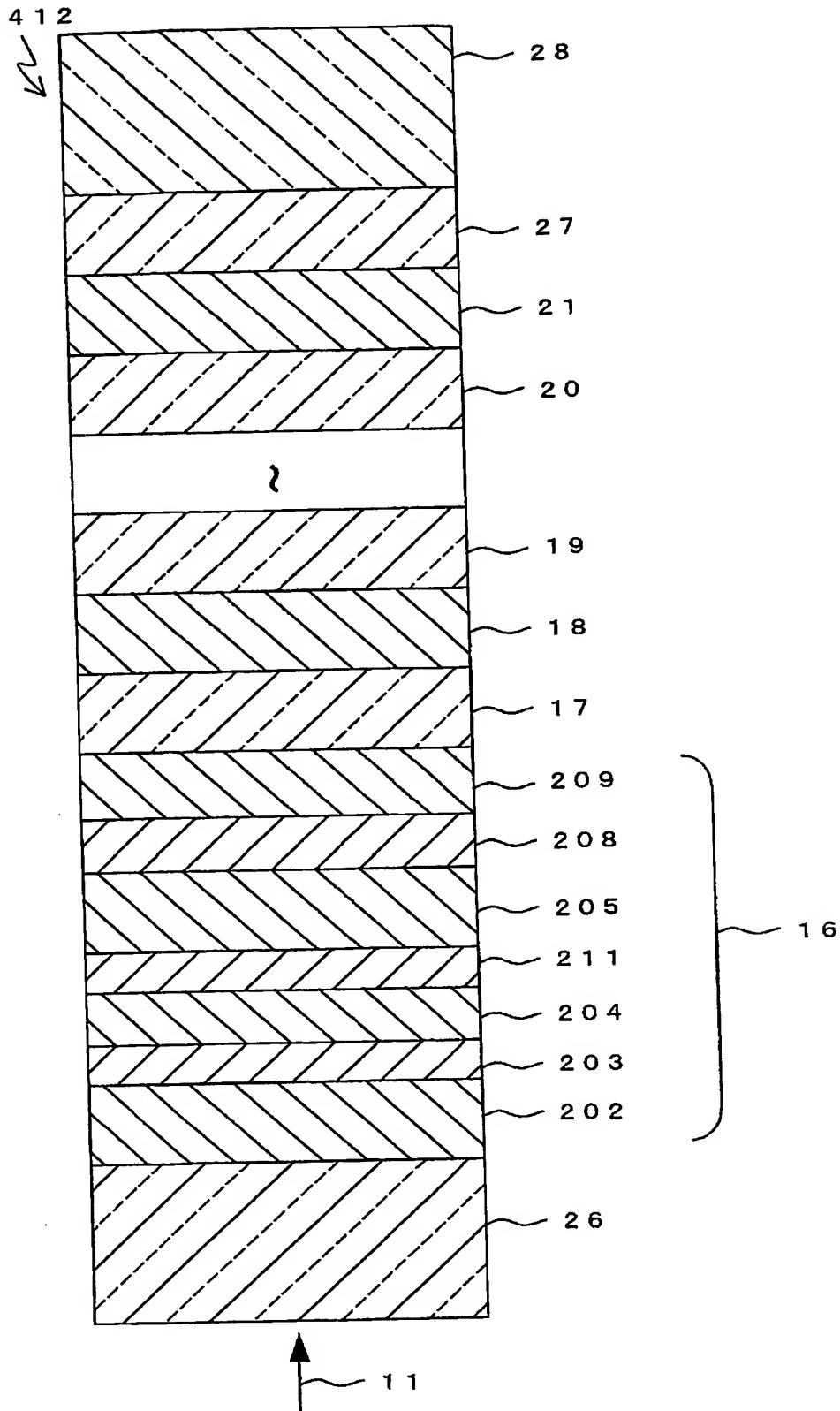
【図 9】



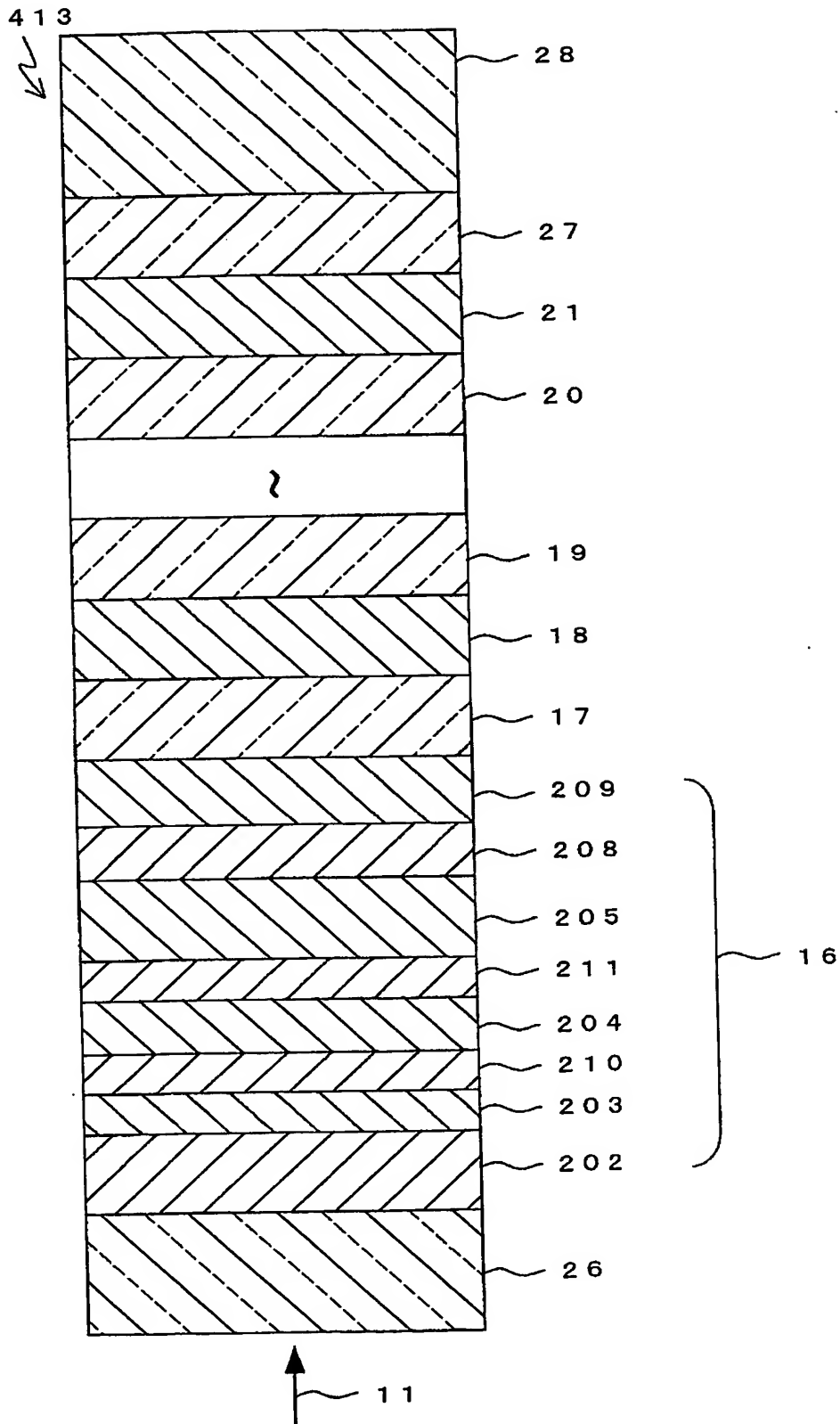
【図10】



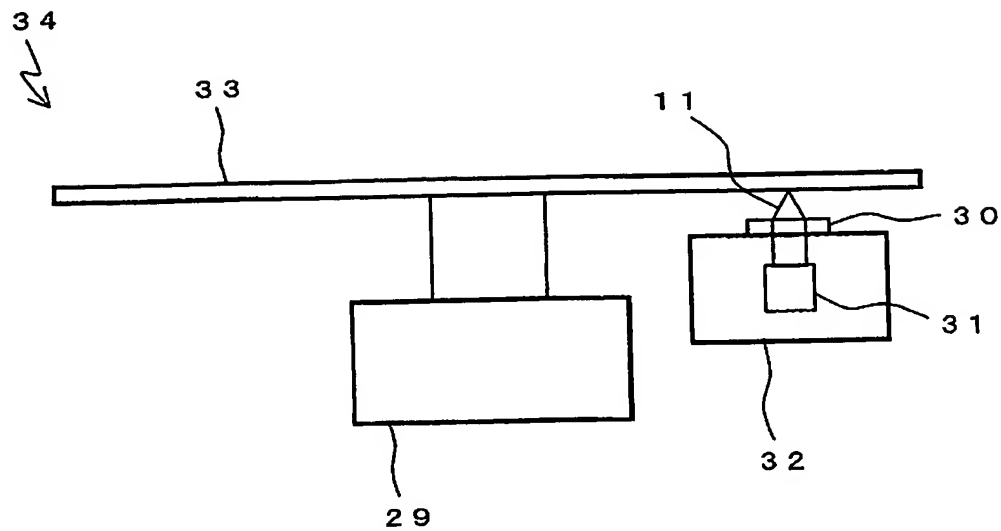
【図 11】



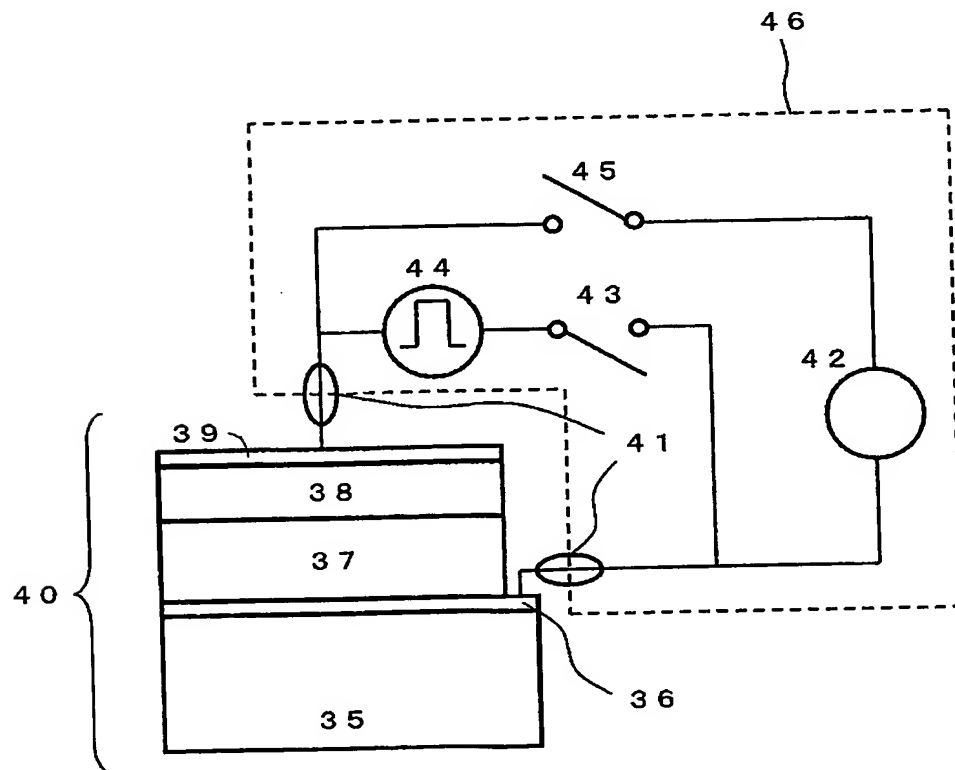
【図 12】



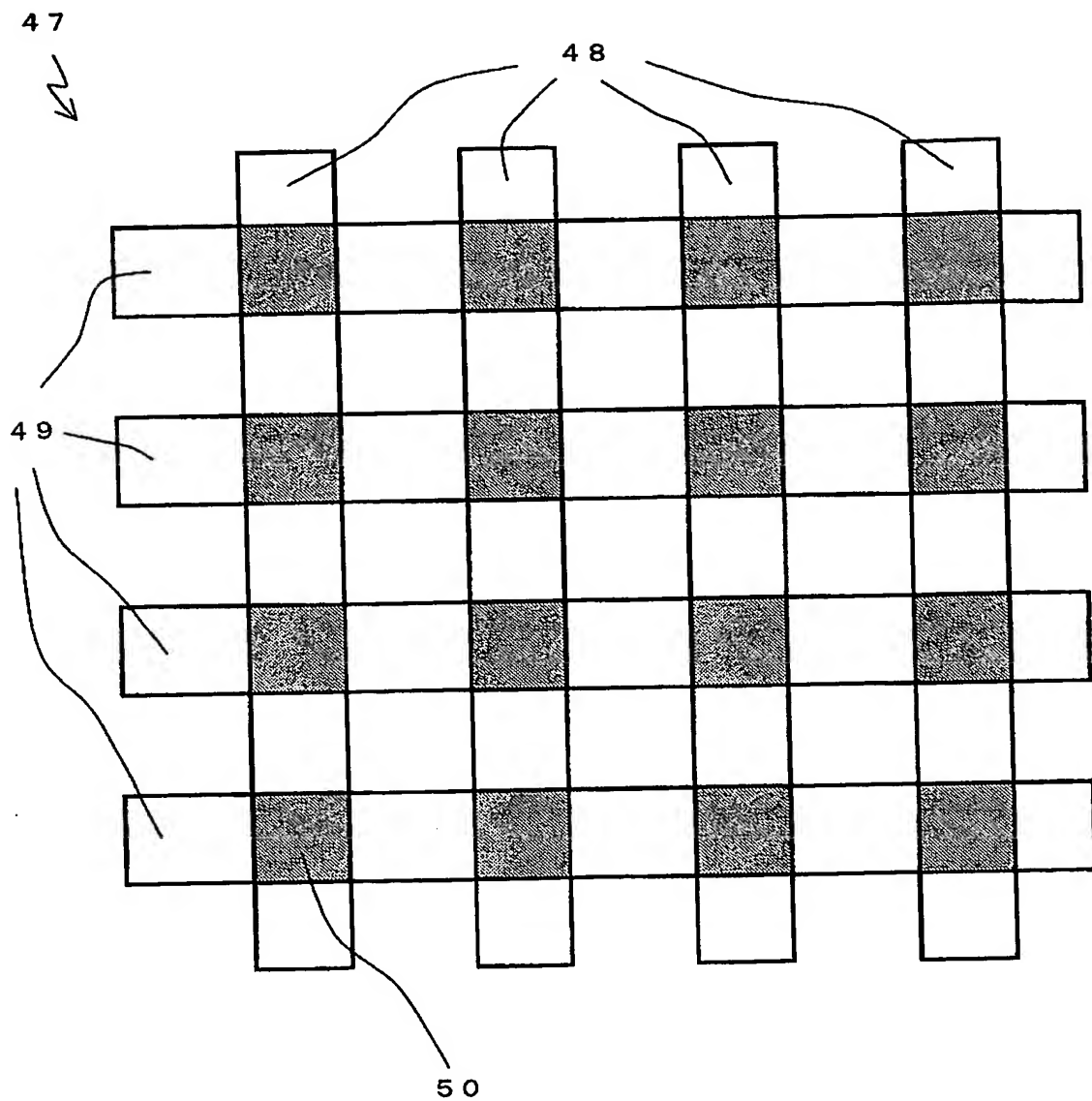
【図 13】



【図 14】

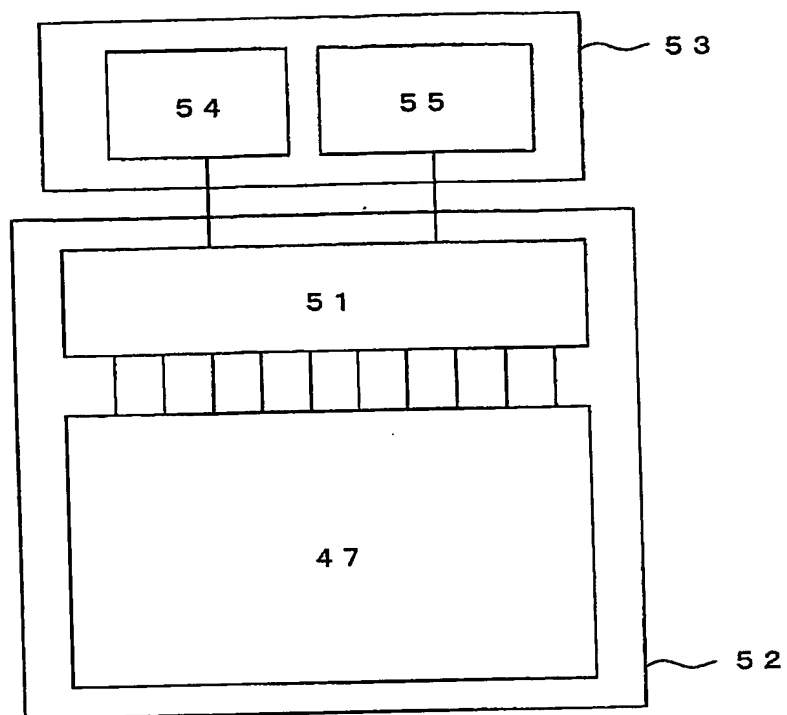


【図 15】

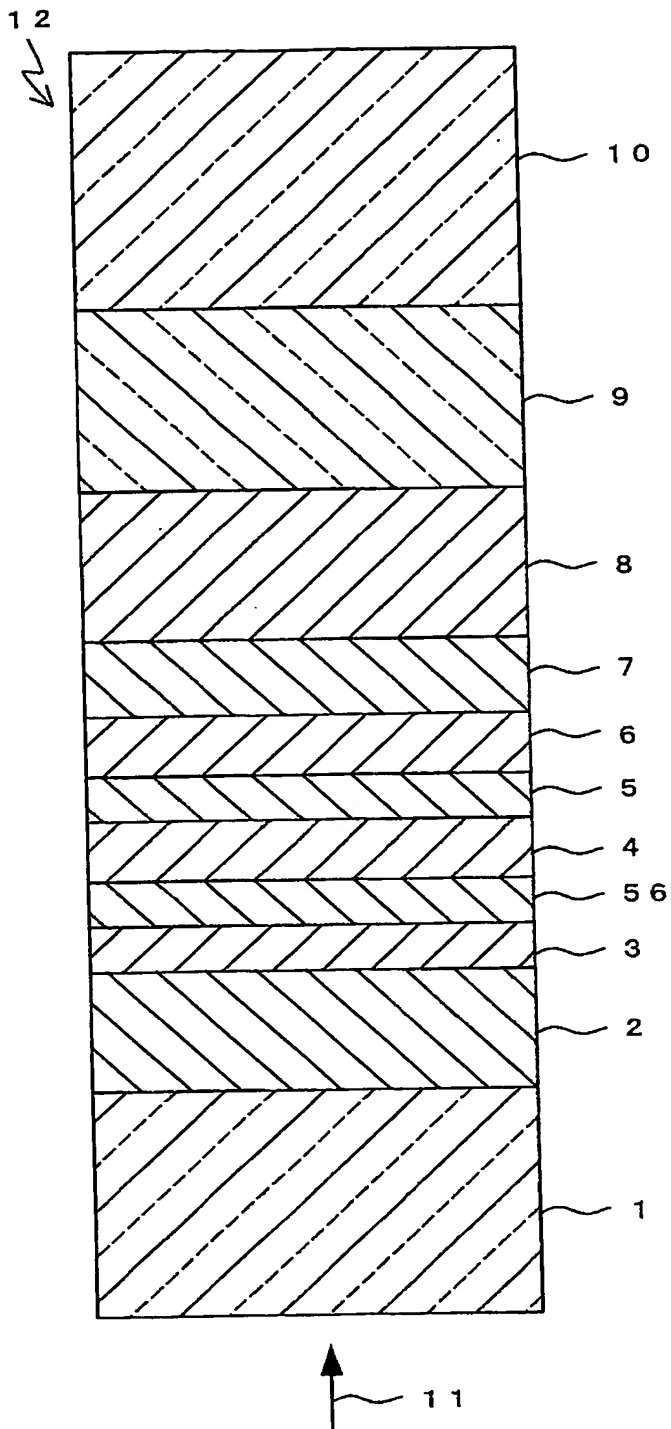




【図16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 記録した情報の長期保存後の再生性能、及び記録・書き換え性能を両立し、且つ繰り返し書き換え性能に優れた情報記録媒体を提供する。

【解決手段】 基板 14 上に、結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす記録層 104 を少なくとも備えた情報記録媒体 15 において、記録層 104 に接して Bi もしくは Te より選ばれる少なくとも一つの元素と M1 (但し、M1 は Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Yb 及び Lu から選ばれる少なくとも一つの元素) を含む結晶核生成層 110 を備える。

【選択図】 図 1

特願 2002-268537

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名

松下電器産業株式会社